

Phys. sp. 20

<36607805680017



<36607805680017

Bayer. Staatsbibliothek



A. W. Pitter.

Rec. in *ADZ.* 1799, II. No 114.
p. 81 — 85. (mit instruktiven,
den Gegenbemerktungen.)

Phys. Sp. 20.

R

m

V e r f u c h
e i n e r
T h e o r i e
d e r
elektrischen Erscheinungen.

Von
Ludwig Achim von Arnim.

Mit einer Kupfertafel.

H a l l e
b e y J o h a n n J a c o b G e b a u e r.
1799.

934

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I n h a l t.

Einleitung — Grundzüge der Theorie — Ableitung der Gesetze. S. 1.

Ableitung der merkwürdigsten Erscheinungen aus den dargelegten Gesetzen. S. 24.

Auffuchung des Gesetzes, nach welchem die verschiedenen zu diesem Gebrauche bestimmten Werkzeuge Elektricität erregen. S. 53.

Bemerkungen über Cohärenz, Anziehung, KrySTALLISATION und Wärme. S. 73.

I n h a l t.

**Zusammenstellung der vorgetragenen Theorie mit
der Franklinischen und Dualistischen. S. 100.**

a) Franklin's Theorie. S. 107.

b) Kratzensteins Darstellung des Dualis-
mus. S. 110.

**Erste Beilage. Beschreibung einiger neuen Elektro-
meter. S. 124.**

**Zweyte Beilage. Unterschied zwischen Schall, Ton
und Klang, als Erläuterung zu S. 81. S. 132.**

Es gab sonst unter den Physikern zwey durch den Gang ihrer Untersuchungen ganz entgegengesetzte Klassen, eine, welche der Schnur nach folgerte und demonstirte, eine andre dagegen, welche unbekümmert über den Ausgang ins Blaue experimentirte. Jene scheint veraltet, doch kann man eben so wenig die allein ihr zurechnen, welche das *more geometrico demonstratum* an der Stirne führen, als man die letztere bloß auf die Alchemisten einschränken darf.

Beiden Methoden dankt die Naturlehre viel, doch das Verdienst der Erfinder war dabey sehr verschieden; jene hatten ihre Entdeckungen durch unzählige fruchtlose Träume erkaufte, diesen warf der Zufall sie zu. Priestley, der glücklichste vielleicht unter allen, verglich seinen Weg sehr passend mit einer Jagd, oft ist sie reich an Ausbeute, oft arm; ich möchte noch hinzu fügen, daß auch diese Klasse der Physiker, wie die eifrigen Jäger, die Jagd für alles, den Fang für nichts achten, und daher selten ihn zu benutzen wissen. Das Ebenrechte *) suchte ich hier, wie bey allen entgegengesetzten Meinungen, die sich lange erhalten haben, auf dem Mittelwege, der

*) S. Lichtenbergs Taschenbuch für 1799.

Mittelweg mag noch so selten an der Tagesordnung seyn. Ich würde daher rathen, in der Naturlehre weder den Schein des Wissens anzunehmen, wo im Buche der Natur eine unleserliche Stelle ist, noch, wie jener Homerische Freybeuter, die Fußstapfen umgekehrt zu zeigen, und die Leser bey dem erreichten Ziele über den zurückgelegten Weg in Ungewissheit zu lassen. Dafür darf dann auch der Schriftsteller, der diesen Mittelweg einschlug, auf billige Leser rechnen, das heißt, auf Leser, die nicht das Ganze nach dem Einzelnen, sondern das Einzelne nach seiner Stelle würdigen; die das Neue nicht belächeln, weil es vielleicht irgend einer berühmten Meinung widerspricht, den Irrthum aber mit Scho-

nung widerlegen. Die deutsche Sprache nennt den Physiker mit vielem Nachdrucke „Naturforscher“, aber um zu forschen muß man zweifeln; alle, welche die Natur wirklich erforschten, zweifelten, daß die wahrscheinlichste Wahrheit schon erforscht sey, und wer von ihnen gefürchtet hätte, seine bessere Ueberzeugung zu bekennen, der wäre nicht werth gewesen, die Entdeckungen größerer Männer bewundert zu haben.

Ich versuchte es in diesem Werkchen, die Grundzüge einer neuen Theorie der elektrischen Erscheinungen, den Fortschritten der Naturwissenschaft angemessen darzulegen; ich habe mich von der einen Seite freilich dem Vorwurfe ausgesetzt, in der Reihe so vieler berühmten

Naturforscher aufzutreten, aber auf der andern Seite wird mich das Schicksal der Elektricität in unsern Tagen entschuldigen, wo sie das Spielwerk aller Kinder geworden zu seyn scheint, um einige langweilige Stunden zu verblitzen, und im Kampfe entgegenwirkender Kräfte das Bild ihrer Jugendblüthe zu erkennen. Endlich hat sich auch der menschliche Geist in Europa eine Republik gebildet, in welcher jeder, der Konstitution gemäfs, gleiche Rechte, jeder gleiche Stimme, zwar nicht bey der Entscheidung, aber wenigstens beym Vortrage haben sollte.

Um die Möglichkeit der elektrischen, der magnetischen Erscheinungen, der Wahlanziehung und Cohärenz, kurz al-

ler Verschiedenheiten und Veränderungen der Materie zu erklären, müssen wir die Materie als verschieden denken. Die Ableitung dieser Verschiedenheit nach der Art, wie wir Materie überhaupt nothwendig denken, gehört einem Werke an, das freilich erst noch geschrieben werden muß, das überdies von einem Einzelnen wahrscheinlich nicht beendigt wird, und zu welchem diese Bogen als ein Xtes Kapitel gerechnet werden können. Die allgemeine Kraftlehre der Materie stellte Kant in seiner Dynamik nach ihrem ganzen Umfange auf; die besondere Kraftlehre der Materie, gleichsam die angewandte Kraftlehre, scheint man bis jetzt ganz übersehen zu haben. Und doch beantwortet sie die wichtige Frage: Wie

jene Urkräfte, die Repulsiv- und Attractiv-Kraft gedacht werden müssen, um die mannigfaltigen Erscheinungen der Natur hervorzubringen? Eine Frage, die nicht nur den größten Theil der heutigen Physik, sondern auch die wichtigsten Untersuchungen der Physiologie (wie Leben überhaupt möglich u. s. w.) umfaßt. Durch die gänzliche Auflösung dieser Aufgabe würden gleichsam *a posteriori* die Gesetze ratificirt werden, unter welchen Materie uns denkbar ist; die Physik hätte dann ihre Gränzen, und griffe nicht ferner in den Wirkungskreis der Chemie ein. Wären alle Hypothesen erschöpft, so wäre es der Prüfung leicht, eine sicher gegründete Kraftlehre zusammen zu setzen; aber leider

wie fern ist dies Ziel! wie lange werden nur Fragmente die Bahn bezeichnen und den Naturforscher in Zweifel lassen, ob die Chemie ein Theil der Physik, oder die Physik wol gar nur ein Theil der angewandten Mathematik sey. Doch hat man längst die Bemerkung gemacht, daß die Kenntnisse, welche der physischen Menschen - Erhaltung am nächsten vorarbeiten, die Seele am leichtesten zur bloßen mechanischen Beobachterin herabsetzen; es ist daher, wie ich glaube, für die Bildung des Geistes ganz vortheilhaft gewesen, die Beschäftigung mit Chemie auch mit der Physik zu verbinden. Der Chemiker muß indessen, um ein nützlicher Chemiker zu bleiben, den Physiker während der Arbeit ganz aus den

Augen verlieren, er muß, unbekümmert über ihn, Elemente annehmen und absetzen, und neue Körper daraus hervorgehen lassen, er muß bey Mischungen höchster Cohärenz, die jeder seiner Kräfte widerstehen, und bey Mischungen höchster Elasticität, die ihm unter den Händen entchlüpfen, stehen bleiben. Der Physiker weiß, was er von ihnen zu denken hat, und bleibt doch zu seiner Zeit Chemiker; der Physiolog übersieht das Ganze des grossen Wechsels und forscht doch seinen kleinsten Aeufserungen nach. Ich kehre daher zu meinem Gegenstande zurück, den ich absichtlich auf einige Zeit verlassen hatte.

Die Materie ist verschieden, sie ist daher vereinzelt, und diese Theile unterscheiden

sich durch ungleiche Potenzen repulsiver und attractiver Kraft. Die Körper haben folglich nicht nur eine verschiedene Anziehung gegen einander, sondern jeder kann auch nur eine verschiedene Menge freyer repulsiver Kraft binden. Ich bezeichne durch freye Repulsivkraft diese Kraft nicht als unbeschränkt; denn in diesem Falle würde sie an keinem Orte seyn, sondern ich unterscheide sie nur dadurch von der Repulsivkraft, wie dieselbe in der Materie modificirt ist. Der Unterschied liegt aber darin, daß diese durch keine eigne Anziehungskraft beschränkt ist, und daher nur im Verhältnisse zu einer äusseren Anziehung an irgend einem Orte wirken kann, während der letzteren selbst die Anziehung zukömmt, und

daher in allen Fällen durch sich selbst ein Gegenstand unsrer Wahrnehmung seyn kann; dagegen jene nur wahrgenommen werden kann, während sie gebunden, oder während sie aus einer Bindung in die andre übergeht.

Elektrifirt heißt ein Körper, der im Verhältniß seiner attractiven Kraft zu der attractiven Kraft eines andern, entweder mehr oder weniger freye repulsive Kraft als jener gebunden hat. *Positiv - elektrifirt* nennen wir einen Körper, der in eine Lage gekommen ist, in Verhältniß seiner attractiven Kraft zu der attractiven Kraft eines andern mehr repulsive Kraft als jener gebunden zu haben und gebunden zu erhalten. Vollkommen wäre jene Lage zu nennen, wenn die umgebende ma-

terielle Substanz gar keine Anziehung auf die freye Repulsivkraft äufserte; da dies aber dem Begriffe der Materie widerspricht, so müssen wir uns begnügen, daß die Materie verschieden, daß wir folglich den zu elektrisirenden Körper mit Materien umgeben können, deren Anziehung für freye Repulsivkraft geringer als die Anziehung des Umgebenen ist. Wir nennen einen Körper in jener Lage *isolirt*. *Negativ-elektrisch* kann ein Körper nur im Gegensatze eines positiv-elektrischen seyn. Dies liegt schon im Begriffe einer anziehenden Kraft; er hat folglich im Verhältniß seiner anziehenden Kraft zu der anziehenden Kraft eines andern weniger repulsive Kraft als jener gefesselt. *Leiter* nennen wir alle

die Körper, welche der Anziehung kein Hinderniß in den Weg legen, also selbst keine grössere Anziehung, aber ohne Unterbrechung Anziehung haben; Nicht-Leiter im Gegensatze sind alle die, welche grössere, oder ungleichförmige Anziehung haben. Nicht-Leiter isoliren, Leiter verbinden.

Soviel von nöthigen Erklärungen; alles ist eingeleitet, und ich kann jetzt ohne Verzug aus der Kantischen allgemeinen Kraftlehre *), gleichsam der Grund-Gesetzgebung, die ich hier als angenommen und eingeführt voraussetzen muß, die Provinzial-Gesetze ableiten, so wie die Elektrizität ihrer bedarf.

*) Kants metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga, 1787.

1) *Negativ - elektrisirte Körper ziehen die positiv - elektrisirten Körper an.*

Dieses Gesetz ist bloß die Anzeige, welche Kraft im positiv - elektrisirten Körper, und welche im negativen wirkt, es ist analog auf der einen, aber widersprechend auf der andern Seite dem bisher in allen Schriften aufgestellten Gesetze: „Ungleichartige Elektricitäten ziehen sich an. Ein Körper, der $+E$ hat, zieht einen andern, leicht beweglichen $-E$ an, und umgekehrt.“ *)

Die Physiker behaupteten also bisher einstimmig, die Anziehung zwischen ungleichnamigen Elektricitäten sey gegenseitig; dessen ungeachtet wurde das Franklinische System aufgestellt und an-

*) Gren's Naturlehre 1797. §. 1305.

genommen. Beides ist aber durchaus nicht zu vereinigen; Anziehung kann nur wirken, wo etwas Positives, etwas Anziehendes ist, wie kann aber etwas Negatives (die Abwesenheit von Materie, wie der negative Zustand Franklins war) angezogen werden? Das widerspricht sich selbst, entweder muß daher dieses Gesetz oder die Franklinische Theorie geleugnet, oder der *horror vacui* unsrer Vorältern wieder aufgenommen werden.

Die Physiker fügen jenem Gesetze gewöhnlich noch ein anderes bey, welches eine eigne Betrachtung verdient: „Gleichartige Elektricitäten stoßen sich ab, sagen sie. „Ein Körper $+E$ stößt einen andern leichten und beweglichen $+E$ ab; ein Körper $-E$ stößt einen an-

„dern, dessen Elektrizität auch — E, von
 „sich.“ *) Diesem Gesetze widerspricht
 meine Theorie ohne der Erscheinung
 selbst zu widersprechen, die sehr leicht
 von derselben erklärt werden kann. Die
 Ursache des Auseinanderfahrens leichter
 Körper, die positiv elektrisirt sind, ist
 die entgegengesetzte von dem Ausein-
 derfahren der negativen; bey jenen ist
 der Grund außer ihnen, bey diesen in
 ihnen. Sind zwey an seidenen Fäden iso-
 lirte Korkkugeln (a. und b. Fig. I.) gleich
 stark positiv elektrisirt, so kann keine die
 andere anziehen, noch abstoßen; dies
 beweist unmittelbar die Definition eines
 positiv elektrisirten Körpers; die Ursache
 des

*) Gren's Naturlehre §. 1302.

des Entfernens liegt folglich in der umgebenden Materie. Die Luft, welche ihn umgiebt, hat gleiche anziehende Kraft; von allen Seiten werden sie angezogen, nur auf der nicht, wo sie sich berühren. Sie entfernen sich daher, und da die anziehende Kraft der eingeschlossenen Luftschicht zwischen beiden getheilt, also schwächer ist, so würden sie sich immer entfernen, wenn nicht die allgemeine Anziehung diesem Treiben ein Ziel setzte. Die negativ elektrisirten Kugeln (a. und b. Fig. II.) ziehen alle Materie, die sie umringt, nur nicht eine die andre an, sie entfernen sich daher. Da aber auf den zwischen ihnen liegenden Luftraum die Anziehung beider, auf den übrigen Theil aber die Anziehung jeder einzelnen Ku-

gel allein, folglich in höherem Grade wegen der Entfernung der andern wirkt, so werden auch diese einander immer fliehen. Die Anziehung wirkt hier, wie in allen Fällen, nach dem grossen Newtonischen Gesetze. Den Erfahrungs-Beweis für diese theoretische Behauptung der Nothwendigkeit der umgebenden Materie zur Hervorbringung der Zurückstossung giebt der luftleere Raum, wo diese, nach Cavallo's Versuchen, sehr schwach ist *).

2) *Die Anziehung des negativ elektrischen Körpers auf den positiv elektrischen Körper ist eine unmittelbare Wirkung auf*

*) Cavallo's vollständige Abh. über die Elektr.

II, 36. Leipz. 1797.

*ihn durch den leeren Raum *); sie vermehrt sich im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen **).*

Gewöhnlich †) wird die Uebertragung des letzteren großen Gesetzes dem H. Coulomb ††) zugeschrieben, doch mit Unrecht; er bestätigte es nur durch sehr genaue Beobachtung seines Elektrome-

*) Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft S. 60.

**) Ebendaf. S. 76.

†) Gren's Naturlehre §. 1303. Schmeißer's Beiträge zur nähern Kenntniss d. Z. d. Wissensch. in Frankreich, I, 65. Hamb. 1797.

††) Auszug aus verschiedenen Abhandlungen des H. Coulomb über Elektricität. Gren's neues J. d. Ph. B. III. S. 51. Es ist sehr zu bedauern, dass wir nur den Auszug haben.

ters. H. Bohnenberger *) im Gegentheil legt diese Erfindung dem Lord Mahon **) bey, aber ebenfalls mit Unrecht; denn auch dieser war nur Bestätiger. Der erste Erfinder scheint Aepinus zu seyn, welcher in seinem trefflichen Versuche über Elektricität und Magnetismus †) sagt: *Sequi ipsas (scil. functiones, secundum quas exercentur actiones,) inversam quadratorum rationem, cum aliqua verosimilitudine credendum esse, pro hac enim lege analogia naturae militare videtur.*

*) Bohnenberger's Beyträge zur theoretischen und praktischen Elektricitätslehre, 1. Stück S. 89.

**) Mahon's Grundsätze der Elektricität, übersetzt von Seeger, S. 66. Leipzig 1789.

†) Aepini tent. theor. electr. et magnet. p. 39.

3) *Jede Veränderung der Lage eines Körpers ist eine Veränderung in der Menge seiner specifisch gebundenen positiven Kraft, sie ist folglich mit grösseren oder geringern elektrischen Erscheinungen verbunden.*

Dieses Gesetz folgt unmittelbar aus dem vorhergehenden über die Zunahme der Anziehung durch Näherung. Jenem gemäß ist die specifisch gebundene positive Kraft der Quotient der specifischen Anziehung des Körpers durch die specifische Anziehung aller gegen dieselbe. Wäre die Materie nicht verschieden und unbegrenzt, so würde durch keine Verschiebung in derselben die specifisch gebundene positive Kraft vermehrt oder vermindert werden. Aber sie ist verschieden; es vermehrt und vermindert sich

daher die Anziehung der Materie abwechselnd, doch immer nach dem Gesetze der Anziehung. Es kann daher nur so lange, als alles in Ruhe ist, die Wirkung aller auf alle $= 0$ seyn. In wie fern dieses Gesetz auf die Physiologie und insbesondere auf die Lehre vom Galvanismus angewendet werden könne, ist hier nicht erst zu untersuchen; leicht ist es indessen, den partiellen Lebensproceß bey den Galvanischen Erscheinungen ohne ein besonderes galvanisches Fluidum abzuleiten, ohne daß diese Ableitung die Einwürfe des H. v. Humboldt *) gegen die Einerleyheit des galvanischen und elektrischen Reizmittels treffen

*) Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfafer, Posen 1797.

könnten. Diesen partiellen Lebensprocess mit einem größeren im lebenden Körper zu verketten, wird wahrscheinlich (nach dem, was wir jetzt kennen, geurtheilt,) der einzige unmittelbare praktische Nutzen des Galvanismus seyn, so nützlich er auch mittelbar durch Aufklärung der Physiologie geworden oder noch werden mag; die Entdeckung desselben danken wir, wie so vieles andre, der Einsicht und Beharrlichkeit des O. B. von Humboldt, der zuerst unter den Neuern ein Beyspiel gab, für Wissenschaft selbst körperliche Schmerzen zu ertragen *).

*) Bey den Versuchen an seinem eignen Körper nach abgelöster Haut.

A b l e i t u n g
der merkwürdigsten Erscheinungen aus
den dargelegten Gesetzen.

Ich komme jetzt zu der Casuistik meiner Theorie, also zum Prüfsteine dessen, was sie leisten kann. Alle Erscheinungen, die wir unter dem Namen der elektrischen begreifen, beruhen A) auf Anziehung, oder B) auf Uebergang der positiven Kraft. Die letztere Gattung zerfällt wiederum in zwey besondere Arten, in den freyen und in den aufgehaltenen Uebergang; zwey Gattungen, die, so einfach und kurz auch ihre Herleitung ist, durch eine unübersehbare Menge mannigfaltiger Versuche erläutert werden können. Ich fange von der ersten an, welche ganz auf dem zweyten Gesetze

von der Vermehrung der Anziehung nach dem umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen ruhet. Doch muß ich erinnern, daß aller Uebergang nie absolut frey zu nennen ist, weil er immer den Zusammenhang irgend einer Materie dabey zu überwinden hat. Ich nenne daher allen Uebergang durch luftförmige Flüssigkeiten, nur zur Unterscheidung von dem Uebergange durch tropfbar flüssige und feste, frey. Diese Bedeutung ist gar nicht willkührlich, sondern durch Analogie mit der bürgerlichen Freyheit ganzer Völker hinlänglich bestätigt. AB sey eine positiv geladene metallene Belegung, welche in dieser Absicht durch CD isolirt ist. EF sey eine Fläche, die sich ihr nähert und in H die Anziehung der

Fläche AB überwindet, so vermehrte sich diese Anziehung nach dem Gesetze S. 18. also:

$$EFG : EFH = HI^2 : GI^2.$$

Wenn aber zwischen beiden Flächen, zwischen der anziehenden und zwischen der angezogenen, ein Körper sich befindet, der den Uebergang nicht verstatet, wo die Anziehung ihn fordert; so werden dadurch alle die Erscheinungen hervorgebracht, welche die zweyte Gattung begreift. Glas ist dazu der geschickteste Körper, es ist zugleich isolirend und dicht genug, um einer grossen Kraft zu widerstehen. Würde die elektrisirte Fläche AB auf die Glascheibe CD gelegt, die etwa eine Linie dick, also etwa zehnfach dünner als die Entfernung wäre,

unter welcher im freyen Zustande, oder vielmehr in dem Zustande der gewöhnlichen Luftumgebung, der Uebergang nach der unelektrisirten Fläche efh geschehen müßte; so erfolgen neue und grössere Erscheinungen. Jetzt ist wegen der Zwischenlage des Glases ED kein Uebergang möglich, ich kann daher ef bis k nähern, und hier verhält sich dann nach dem Gesetze der Anziehung (S. 18.) $efh : efk = 1 : 100$. Da ungeachtet dieser hundertfach verstärkten Anziehung kein Uebergang möglich ist, so wird diese anziehende Kraft hundertmal so viel positive Kraft auf die schon elektrisirte Fläche anziehen, wenn sie diese freye Repulsivkraft in irgend einem positiv elektrisirten Körper antrifft. Eine solche auf beiden Seiten belegte Glastafel, welche im Wesentlichen ganz mit den gewöhnlichen Leydner Flaschen übereinkommt, sie mag nun mehr oder weniger Elektricität auf einer ihrer Flächen gesammelt oder verloren haben,

ist *geladen*. So groß hier auch die Menge der Elektricität seyn mag, die endlich bey der lange ersehnten Verbindung beider Flächen mit Heftigkeit erfolgt, so hat doch auch diese Anziehung ihre Grenzen. Die Luft übertrifft endlich ihre Anziehung, und die Elektricität, welche nun noch einströmt, strömt auch ohne Verzug wieder aus; eine Erfahrung, die zwar schon längst *) gemacht worden, die aber, wegen des früheren Entladens und Zerspringens der gewöhnlichen, nur mit sehr guten Flaschen gemacht werden kann. Es fragt sich nun: ob Flaschen durch große Elektrisirmaschinen höher, als durch mehrere kleine, geladen werden können? Alles kommt hier auf die freye Ladung an, welche ich der Fläche geben kann, also auf die Ladung, welche ich es h nannte, und die sich zu der höchsten Ladung im vorgelegten Falle

*) Bohnenberger's Beyträge zur theoret. und prakt. Elektricitätslehre, I. Stück S. 11.

wie 1 zu 100 verhält. Diese richtet sich aber nothwendig nach der Ladung des Conductors; diese Ladung steht aber wiederum in Verhältniß mit der Grösse der Maschine, und es muß folglich eine groſse Maschine Batterien weit höher laden können, als viele kleine, wo sich die Elektrizität immer nur in geringer Menge entwickeln kann. Aus der Erfahrung bewies dieses schon H. Bohnenberger, indem er die Wirkungen der vielen Elektrifizirmaschinen im Pantheon zu London, unter dem Oberbefehle Wilson's, mit den außerordentlich groſsen Erscheinungen verglich, welche die einzelne Leydner Riesenmaschine darbietet; ein Werkzeug, das mit eben dem Rechte in der Elektrizitätslehre, wie Herschels

Spiegelteleskop in der Astronomie, Epoche zu machen verdient, da nur von ihr über die wichtigsten Theile derselben sichere Erfahrungen zu fordern sind. — Ich betrachtete die Körper in der Untersuchung über die Wirkungsart der Kleistischen Flasche als absolut negativ, ungeachtet ich in der Definition des negativen Zustandes (S. 12.) auch darauf Rücksicht genommen hatte, daß wir überhaupt keinen vollkommen *) negativen Zustand eines Körpers kennen, und daß alle Körper daher nur in Verhältniß gegen andre negativ genannt werden können; ich that dies absichtlich, da dieser Umstand die Theorie der Erscheinung

•) Denn sonst wäre keine Verstärkung desselben möglich.

selbst nicht abändern, wohl aber neue Erscheinungen hervorbringen kann, zu deren Erklärung ich übergehe. Eine isolirte Flasche kann nur schwach elektrisirt werden; die Vulgata sagt *gar nicht*, weil das Franklinische System dies fordert; aber ich habe mich durch Erfahrung überzeugt, daß meiner Erwartung gemäß selbst die sorgfältig isolirten Flaschen einer, wenn gleich geringen, Ladung fähig sind. Nach der Erklärung aus Franklin's Theorie *) wäre dies unmöglich; nach ihr darf eine Flasche nur soviel auf der innern Seite einnehmen, als von der äußern abgestoßen wird, sonst wäre zwar ein Funken, aber keine Erschütterung

•) Gren's Naturlehre 1797. §. 1348.

möglich. Cavallo *) schon bemerkte die Ladung, schrieb sie aber mit Unrecht der mehrern Berührung der äußern Fläche von der Luft zu. Ich wiederholte den Versuch mit einer Flasche ohne Harzdeckel, wo die Luft gleiche Berührung hatte, und dies veränderte durchaus darin nichts. Gray **) hat diese Erscheinung dem Franklinischen Systeme gemäßer erklären wollen, aber seine Erklärung ist gar nicht Franklinisch. Man kann nach dieser Theorie die Elektricität des Glases auf der einen Seite gar nicht vermehren, ehe es die Abstoßung von der

*) Cavallo's vollst. Abh. von der Elektricität, I. S. 213.

**) Gren's Journal der Physik, I. B. S. 83.

der andern Seite nothwendig macht, sondern nur dadurch kann nach Franklin die innere Seite stärker geladen werden, daß sie von der äußern gerade soviel abstößt. Nach meiner Theorie kann die Flasche soviel einnehmen, als sie durch freye Anziehung ihrer innern Fläche von dem Conduktor erhalten würde, so daß ihr elektrisches Verhältniß gegen einander null würde; also in dem Beyspiele S. 27. die Menge, welche in h (als der Entfernung des Uebergangs) $= 1$ wirkt, daß folglich von der Fläche in k 100mal so stark angezogen wird. Nun ist es Bedingung zur Ladung einer Flasche, daß diese 100mal verstärkte Anziehung gegen die geladene Fläche die Anziehung zu der eigenen natürlichen gebundenen Elektri-

cität übertrifft, aber dies ist auch die einzige Einschränkung, welche durch den Mangel eines absolut negativen Körpers nothwendig wird. Ist die Flasche isolirt, so hört hier der Proceß auf, denn keine von beiden Flächen zieht mehr Elektricität an. Ist aber die Flasche mit andern Leitern verbunden, so entfernt sich diese positive Kraft wegen der stärkern Anziehung der andern Körper, die der elektrisirten Fläche nicht so nahe liegen, die äußere Fläche bindet jene, und nun zieht die innere Fläche so lange immer neue Elektricität an, bis die äußere nicht mehr bindet. Doch bindet sie nicht so lange, bis die Anziehung der äußern Fläche o wird, sondern sie hört schon dann auf, wenn die Anziehung der Luft und

andrer Körper, die sie umgeben, ihre Anziehung übertrifft. Man sieht daraus den großen Einfluss, welchen der Zustand der Luft auf die Ladung der Flaschen hat; ein Einfluss, den man nie geleugnet hat, bey welchem man aber bisher zweyerley zu unterscheiden vergessen zu haben scheint; nämlich die Anziehung der Luft und den Uebergang nach andern Körpern. So wurde H. Bohnenberger *) durch das Ausströmen der Elektricität aus den Flaschen in verdünnter Luft verleitet anzunehmen, daß man in Gegenden, wo eine beschwertere Luft wie in Holland sey, die Flaschen stärker laden könne. Aber wenn wir jenen Versuch mit der Luftpumpe genauer betrach-

*) Beyträge I. S. 16.

ten, so zeigt er gar nicht, daß die Elektricität von der verdünnten Luft stärker angezogen werde, sondern er zeigt nur, daß der Teller der Luftpumpe und die Wände des Glases, nach denen sie ausströmt, in diesem Zustande ihre Anziehung mehr geltend machen können, d. h. daß ihnen die Dichtigkeit der Luft nicht mehr Hindernisse in den Weg legt. Es ist überhaupt ein falscher Verdacht, daß die verdünnte Luft leite, nur die Dämpfe, die beym Auspumpen gewöhnlich aufsteigen, sind leitend. Der höchst verdünnte Luftraum über dem Barometer ist gar kein Leiter, wie Morgan *) durch sehr bestimmte Versuche bewies, auch leuch-

*) Vorlesungen über die Elektricität, S. 195.
Leipz. 1798.

tet er nie, wenn das Queckfilber gut ausgekocht ist. Es würde daher zur Vermeidung der Anziehung der Elektricität durch die Luft der luftleere Raum am vortheilhaftesten seyn; eine Bemerkung, die freylich nur eine Tautologie enthält, die aber wirklich bezweifelt worden. — Die auffallende Erscheinung, dafs die Flaschen immer nur einen geringen Rückstand nach der Entladung behalten; dafs übrigens, wenn man nach der Ladung die Flasche einzelt und sie dann ordnungsmäfsig aus der gehörigen Entfernung entladet, die äufsere Fläche keinen Ueberschuß an positiver Kraft enthält, dies scheint es wol vorzüglich gewesen zu seyn, was der Franklinischen Erklärung noch einen Schein von Wahrheit

geben konnte; doch auch diese Erscheinungen fordert die vorgetragene Theorie, so wie sie ihr wiederum zur Bestätigung dient. Die Flasche kann nach der ersten freyen Mittheilung nicht mehr einnehmen, als die äussere ihr abfordert; was sie ihr aber abfordert, das bindet sie auch, daher auch nicht der geringste Ueberschuss auf der Aussenseite möglich ist. Aber woher der Rückstand nach jeder Entladung? Ich habe hierüber, so viel ich mich erinnere, an keinem Orte eine Beantwortung gelesen; nach der gegebenen Erklärung ist er nothwendig, und bey gleicher Belegung die Hälfte der Kraft, welche die innere Fläche ohne Anziehung der äussern, durch freyen Uebergang erhalten würde. Die Hälfte davon

erhält die äußere Fläche, die andere Hälfte bleibt zurück, wird wiederum angezogen, und macht das Uebergehende einer neuen Entladung. Mit dem Rückhalte muß man nicht die unvollständige Entladung verwechseln, die nach H. Bohnenberger durch ein schnelles Vorbeygleiten mit dem Auslader möglich ist, leichter aber durch einen spitzen Auslader bewerkstelligt werden kann.

Ich brauche wohl nicht meine Leser darauf aufmerksam zu machen, daß alles, was ich bis jetzt über die Erklärung der Kleistischen Flasche gesagt habe, nicht bloß für die positive Ladung gelte, der ich mich gewöhnlich als Beyspiel bediente, sondern daß alles mit Umsetzung der anziehenden und der angezogenen

Fläche u. s. w. unverändert auf die negative Ladung angewendet werden kann; ich vermeide daher, um nicht unnöthig zu langweilen, die wiederholte Erklärung für diesen Tausch in der Wirkungsart. Zugleich erinnere ich, daß ich in allen den Stellen, wo von Metallbelegung, ihrer Annäherung, Anziehung u. s. w. gesprochen worden, gar nicht voraussetze, die Elektricität habe in *ihnen* ihren Sitz. Ich muß vielmehr allen Erfahrungen zufolge annehmen, daß das Glas beide Eigenschaften, welche ich S. 10. den Nichtleitern beylegte, vereinige; daß es die Elektricität stärker anzieht als Metall, daß ihm aber wegen des verschiedenen Erkaltens seiner Masse, nur durch eine vollkommne Belegung seiner

ganzen Oberfläche mit einem Leiter (der schwächere mit gleichförmiger Anziehung verbindet), die elektrische Kraft über seine ganze Oberfläche verbreitet werden kann, daß aber aus eben den Gründen nur auf soviel elektrisirte Glasfläche gerechnet werden kann, als belegt worden, daß endlich die Cohärenz desselben dem Durchgange widersteht. Den auffallendsten Beweis für die ungleiche Anziehung der Oberfläche des Glases gegen Elektricität, giebt eine Glasröhre. Nähert man diese dem Conductor, so zeigt sie in ihrer ganzen Länge abwechselnde positive und negative Zonen. Das Durchgehen der Elektricität verhindert die Cohärenz des Glases nur bis zu gewissen, nach der Beschaffenheit des Gla-

tes sich ändernden Graden; wird aber die Kraft zu groß, so erfolgt die Durchbrechung des Glases, begleitet von mehreren sehr auffallenden Erscheinungen *).

Aus der gröfseren Anziehung des Glases gegen Metall läfst sich nun ohne Zwang die folgende Erscheinung **) erklären.

Heftet man nämlich zwey Belegungen einer Glastafel so an, dafs sie davon isolirt abgenommen werden können, so vermindert es gar nicht die elektrische Kraft, beide, nachdem sie abgenommen worden, zu berühren und zu vereinigen; sondern wenn man sie dann wieder anlegt, ist die Stärke des elektrischen Schla-

*) Priestley's Versuche über verschiedene Theile der Naturlehre, S. 323. Leipz. 1780.

**) Cavallo's Abh. von der Elektrizität, I, 214.

ges gar nicht vermindert. Versuche, welche die Nothwendigkeit der Belegung zur Ladung einer Glastafel beweisen, findet man bey Cavallo und andern, so wie die tägliche Erfahrung uns dieselben auch liefert.

Die veränderte Bedeutung, welche, nach der gegebenen Theorie, dem negativen Zustande beygelegt werden muß, erleichtert die Ableitung mehrerer Erscheinungen, zu deren Erklärung man sonst eigne Gesetze, der Vertheilung, der elektrischen Atmosphären, annehmen mußte. Da sich die Anziehung, nach Angabe des zweyten Gesetzes, im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen vermehrt, so wird man dieses Gesetz schon an Körpern von eini-

ger Länge, die einem elektrisirten Körper genähert werden, wahrnehmen können, und die eine Seite desselben wird in Vergleich mit der andern, entweder positiv oder negativ seyn *). Betrachtet man den Körper CD. Fig. IV. in der Nähe des Conductors A, so verhält sich die Anziehung von C zu der Anziehung in D wie DA^2 zu CA^2 ; es ist folglich die Anziehung in C viel stärker, als im Puncte D. Da es aber ein Leiter ist, so muß die anziehende Kraft in beiden sich immer gleich seyn; es wird daher die Anziehung gegen die natürliche ihm zukommende Elektricität hier in C eben so vielmal schwächer werden, in Vergleich mit D, als die Anziehung gegen die Elektricität des Con-

*) Cavallo's vollst. Abh. I, 186.

ductors in C stärker ist als in D. Sie wird sich daher in D ansammeln, da hingegen sie von C entweicht; dieses wird negativ, jenes positiv. Die Franklinianer sagen hier, der Körper wird negativ an dieser Seite, weil seine positive Kraft (abgestossen) entfernt wird; ich sage, seine positive Kraft wird entfernt, weil er negativ wird. Stelle ich nach CD noch einen andern isolirten Leiter EF, so wird dieser die Elektricität des Conductors noch weniger anziehen. Der Punkt D ist daher aus doppelter Urfach gegen ihn positiv, einmal, weil er mehr als seine ihm in Verhältniß zukommende elektrische Kraft, nämlich die von C, enthält; zweytens aber auch, weil seine Anziehung gegen die eigne Elektricität

durch die Anziehung gegen die Elektricität des Conductors geschwächt ist. Es wird in diesem Falle Elektricität von D nach E übergehen. Entfernt man die isolirten Stangen vom Conductor, so wird durch das Aufhören der Anziehung gegen denselben, die Anziehung gegen die eigne Elektricität an allen Orten gleich seyn, im ersten Falle wird der Körper in den unelektrischen Zustand zurückkehren, im andern wird wegen der Beraubung *) (wenn man beide gehörig entfernt, daß kein Rück-

*) Mahon nannte das Zurückkehren der Elektricität nach dem ersten Leiter, wenn man den Conductor seiner Elektricität beraubte, den Rückschlag, und wandte ihn auf mehrere Erscheinungen beym Gewitter an. S. dessen Grundsätze der Elektricität S. 97 — 140. Seine Meynung erhielt wenig Anhänger; unter andern bestreitet sie auch Cavallo im II. Th. S. 130. Reimarus über den Blitz S. 183.

schlag stattfinden kann) CD negativ, EF aber positiv elektrisirt seyn. Eben so leicht läßt sich aus dem Gesetze der Anziehung die grössere Stärke der Elektricität an der abgekehrten Seite des Conductors erklären. Durch die freywerdende elektrische Kraft wird nämlich die Anziehung an der zugekehrten Seite rege, diese vermindert sich aber nach jenem Gesetze, es wird daher die schon gebundene Elektricität von der abgekehrten Seite des Conductors ungleich stärker angezogen. Daher der Nutzen langer Conductoren; dafs aber auch hierin ein Maafs gehalten werden müsse, erinnert schon Marum *), es folgt auch aus

*) Beschr. der Elektrifirmaschine und der damit angestellten Versuche, 2te Forts. S. 40. Lpz. 98.

der Beachtung der nun immer mehr anziehenden, immer mehr berührenden Luft.

Aus jenem Gesetze der Anziehung erklärt sich die allgemeine Beobachtung *) der negativen Elektricität des Elektrometers bey der Annäherung der Wolke. Hr. Lampadius **), dem wir hierüber die genauesten und vollständigsten Beobachtungen danken, macht daraus den, wie ich glaube, falschen Schluss, dies sey der Beweis einer häufigen negativen

*) Lampadius über Elektricität und Wärme der Atmosphäre, S. 45. Berl. 93. Die Resultate der Versuche sind S. 100. 118. 134. 160. Cavallo's vollst. Abh. I, 330. u. f. w.

**) Am a. O. bey Lampadius S. 48.

tiven Elektricität der Wolken. Im Gegentheile, so oft das Elektrometer durch eine Wolke negativ elektrisirt wird, muß jene positiv elektrisirt seyn. Denn weil die Wolke positiv ist, aber kein Uebergang naeh dem Elektrometer (wegen seiner zu geringen Anziehung) bemerkt wird, so muß die Anziehung des Elektrometers gegen die Wolke, die Anziehung gegen die eigne positive Kraft bald übertreffen; diese entweicht daher, und der Elektrometer zeigt negative Elektricität. Doch wozu soll ich die erhabenen Erscheinungen in der Natur rechnen, welche wir unter dem allgemeinen Namen eines Gewitters begreifen? Die Beantwortung dieser Frage wird minder schwer, sobald wir das Zusammenge-

setzte bey diesen Erscheinungen, die Art der Erregung, die Einwirkung auf die Luft und andre Umstände ganz aus den Augen verlieren, und nur das beachten, was in der Erscheinung des Blitzes rein elektrisch genannt werden muß. Uebergang der Elektricität findet unleugbar bey dem Blitze statt, es fragt sich aber, ob dieser Uebergang nach den Bestimmungen (S. 25.) frey oder aufgehalten genannt zu werden verdient. Da hier kein anderer Widerstand gegen den Uebergang als die Luft bemerkt werden kann, so muß ich auch den Blitz als einen freyen Uebergang nach der festgesetzten Bedeutung des Worts betrachten. Es findet daher keine Ladung in dem Sinne statt, wie wir dies Wort von der Leydner Flasche

gebrauchen. Ausserdem bleiben noch mehrere mögliche Erklärungsarten übrig: Ob nämlich die Erde vielleicht als Auslader diene; und positive Wolken mit negativen entfernten verbinde? Ob die Wolken im negativen und die Erde im positiven, oder umgekehrt die Wolken im positiven und die Erde im negativen Zustand sich befinde? u. s. w. Alles kömmt hier auf Erfahrungen an, welche das Daseyn negativer Wolken beweisen. Ich glaube mit Wahrscheinlichkeit gezeigt zu haben, dass auf diesem Wege ihre Wirklichkeit noch nicht erwiesen worden, und nehme daher an, so lange keine Erfahrungen widersprechen, dass das Gewitter eine mit der bisher sogenannten geladenen Luftschicht übereinstimmende Erschei-

nung sey, wo die Wolken die positiv elektrisirte Fläche vorstellen. Mit Unrecht nannte man aber bisher diesen Apparat eine geladene Luftschicht; die Luft ist gar nicht der geladene Körper, denn mit einem Blasebalge kann man immerfort die Luft vertreiben, der Ladung schadet dies wenig. H. Bohnenberger *) zeigt aus der Vergleichung der Stärke des Funkens, daß man dieselbe ganz aus der Gröfse des Conduktors und der Fläche, welche ihn anzieht, herleiten könne. Die geladene Fläche wirkt hier wie der Conduktor gegen jeden Körper, der ihm (wie S. 44.) genähert wird. Die Anziehung wird gegen jenen gröfser, als gegen die eigenthümliche Elektricität, die aber,

*) Beyträge I. Stück S. 137.

wegen der gleichmäßigen *) Anziehung einer Fläche von beträchtlicher Größe, erst nach erlangter größserer Stärke übergeht. Daher auch die Wirkung der Electricitäts-Verdoppler, des Condensators und Collectors, welche Erfindungen der neuern Zeiten, in mehr als einer Rücksicht, unsre Kenntnisse erweiterten, so vieler Vorficht diese Werkzeuge auch nach den besten Einrichtungen und nach so vielen eifrigen Bemühungen Bennet's **), Cavallo's †), Nicholson's ††),

*) Man muß sich bey der Verfertigung dieser Scheiben besonders vor kleinen Erhabenheiten in der Fläche hüten.

**) Phil. transact. V. 77.

†) Phil. transact. V. 78.

††) Phil. transact. V. 78, 2.

Volta's *) und Bohnenbergers **), bedürfen, wenn man sich nicht Täuschungen von mancherley Art aussetzen will. Alles beruht hier auf dem Gesetze der Anziehung, und läßt sich auf den S. 44. erklärten Fall zurückbringen, nur daß man beym Duplikator die elektrische Kraft, welche dort EF von CD erhält oder an CD abgiebt, hier nach A bringt, also dessen Elektricität vermehrt, beym Collector hingegen die Anziehung eines

*) Phil. transact. V. 72, I.

**) Beschreibung verschiedener Elektricitäts-Verdoppler, Tübingen 1798. Die Veränderungen dieses thätigen Elektrikers an diesen und vielen andern elektrischen Geräthschaften sind grossentheils wahre Verbesserungen, für welche ihm jeder Dank wissen muß, der das Mühsame solcher Arbeiten kennt.

Körpers durch Annäherung zweyer Elektricität anziehender Flächen vermehrt, die aber nicht so, wie er, zum Einfangen der Elektricität eingerichtet sind.

Da der größte Theil dieser Erscheinungen bisher aus der Natur der Atmosphäre erklärt worden, von denen manche Physiker gar wunderliche Sachen zu erzählen wußten, und voll Wahrheitsgefühl den Irrenden nicht allzu höflich *)

*) Den Streit über die Atmosphären siehe bey Priestley: Gesch. der Elektricität, S. 158 - 165. Es giebt vielleicht keinen unschicklicheren Titel, als welchen dieses Werk führt. Allenfalls könnte man sich unter einer solchen Geschichte und gegenwärtigen Zustande der Elektricität, meteorologische Tafeln, aber sicher keine Geschichte der Elektricitäts - Lehre denken.

Weg und Steg zeigten, so muß ich wohl über ihr problematisches Daseyn auch mein geringes Votum ablegen. Zum Beweise dieses Daseyns führt man gewöhnlich mehrere Anzeigen an: das den Spinnweben ähnliche Gefühl bey der Annäherung, der Geruch und Geschmack bey dem Einströmen in Nase und Mund, die merkliche Bewegung der Luft, und endlich, um nichts zu übergehen, die Erscheinungen selbst, die man erst durch ihre Annahme zu erklären hoffte. Das letzte Argument kann nur als Entschuldigung der Annahme dienen, und ich muß es daher dem Urtheile meiner Leser überlassen, welche Erklärungsart, die der Vertheilungs-Atmosphäre, oder diese der Anziehung, mehr Gründe für sich,

weniger Schwierigkeiten gegen sich habe. In Rückficht der den Spinngeweben ähnlichen Berührung kann ich aber versichern, daß sie ganz allein eine Wirkung der Bewegung der Haare ist, die den Körper bedecken, welche angezogen oder anziehend, sich nach dem Conduktor emporheben; daß hingegen bey der Annäherung der flachen Hand, wo diese fehlen, keine Spur dieser Empfindung wahrzunehmen ist, ungeachtet der Mensch hier so fein fühlet. Es ist dies keine bloß subjektive Wahrnehmung, keine Erfahrung, wo etwa die Macht des Gemüths durch den bloßen Vorsatz das gesunde Gefühl schwächte, sondern die Erfahrung aller, die ich darauf aufmerksam machte. Der eigenthümliche Geruch

und Geschmack, der bald schwefligt *), bald phosphorisch **) genannt worden, scheint sich nicht dadurch erklären zu lassen †), daß es bloß die Art sey, wie die Organe davon gereizt würden; denn wenn dieses Urtheil nicht mehr gelten sollte, so bliebe uns gar kein Merkmal übrig, um die Gleichheit und Verschiedenheit der Gegenstände anzugeben. Aber eben so wenig scheint dies dem, was wir Elektricität nennen, eigenthümlich zuzukommen, und dieser Geruch und Geschmack dankt vielmehr nach aller Wahrscheinlichkeit einer Luftzer-
setzung seinen Ursprung, durch welche

*) Bohnenberger.

**) Westrumb im Journal der Physik.

†) Gren's Naturlehre 1797. §. 1418.

bald salpetrigte Säure, bald Ammoniakgeist erzeugt wird, (je nachdem die Körper sind, welche sie durchbricht,) eine Luftzerfetzung, die zwar nicht wesentlich, aber selten zu vermeiden ist. Die lebhafteste Einwirkung der Elektricität auf das Organ, und die Erhöhung seiner Thätigkeit durch dieselbe, macht diese geringe Menge riechbarer und schmeckbarer Materie auch empfindbar. Inwiefern der Versuch Priestley's *), daß atmosphärische Luft nach langem Durchschlagen des elektrischen Funkens unathbar gemacht wurde, und die Lackmustinktur roth färbte, H. Göttlings **) Meinung über

*) Versuche S. 220.

**) Beyträge zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, I. Heft, Weimar 1794. II. Heft, ebend. 1798.

die Natur dieser Gasarten bestätigt, ist hier nicht der Ort zu untersuchen. Die bewegte Luft, welche elektrisirte Körper umströmt, bleibt das einzige wahre Merkzeichen, und wenn man diese Bewegung Atmosphäre nennen will, so habe ich nichts dagegen; zugleich muß ich aber erinnern, daß sie dann nur zur Erklärung einer sehr geringen Menge von Erscheinungen gebraucht werden kann. Diese Bewegung der Luft beruht auf zwey Ursachen: einmal, und zwar gewöhnlich, ist sie das Verdrängen der elektrisirten Luftschichten durch die nicht - elektrisirten; dann aber auch der Gegendruck beym Uebergange der positiven Elektrizität. Ist die Anziehung der Luft gegen einen elektrisirten leichten

und beweglichen Körper, oder im andern Falle, die Anziehung desselben gegen die umgebende Materie nicht nach allen Seiten sich gleich, so wird sich dieser Körper nothwendig nach der Seite bewegen, wohin er stärker angezogen wird, oder anzieht. In dieser Lage befindet sich das bekannte Flugrad, ein Werkzeug, bey dessen erstem Anblicke man leicht verführt wird, ihm eine gleiche Wirkungsart, wie der, von ihrem Erfinder Segner genannten, hydraulischen Maschine beyzulegen *). Aber die Aehnlichkeit ist nur scheinbar, immer ist die

*) Wie z. B. Busch's Handbuch der Erfindungen VI. S. 303. wo Gehler's Wörterbuch IV. S. 9. 10. angeführt wird.

Ursach ihrer Bewegung aufser derselben, bey jener in derselben. Die Spitzen lassen nämlich aus Gründen, die nachher entwickelt werden, mehr positive Electricität ausströmen, und ziehen sie früher ein, als Flächen. Sind die Spitzen jetzt alle nach einer Seite gekehrt, so wird die Luft dort früher elektrisirt, als die Luft auf der entgegengesetzten Seite, also zieht diese den Körper stärker an; das Rad bewegt sich daher nach der entgegengesetzten Richtung seiner Spitzen, und hat es erst seine Umdrehungen angefangen, so belebt der Schwung seinen Gang immer mehr. Aber weil die umgebende Luft die Ursache seiner Bewegung ist, so vermindert sich auch seine Bewegung, je mehr man den Raum davon

leert *), ungeachtet der Widerstand jetzt ungleich geringer ist, welches man durch einen andern sehr bekannten Versuch mit einem bewegten Rade leicht beweisen kann.

*Aufsuchung des Gesetzes,
nach welchem die verschiedenen zu diesem
Gebrauche bestimmten Werkzeuge Elektri-
cität erregen.*

Die Wirkung der mannigfaltigen Werkzeuge zur Erregung der Elektricität ist gar nicht so versteckt, so zusammenge setzt und unauflöslich ihre Ursachen, als der erste Eindruck und die

*) Hube's Briefe über die Naturlehre, I, 335.

Leipz. 1793.

Geschichte der vielen mißrathenen Verbesserungs - Versuche fürchten läßt. Wir sehen auch hier, wie bey manchen Dichterwerken, die ein leichter Geniushauch geschaffen zu haben scheint, so ängstlich indessen Theil an Theilchen aufgereiht wurde, alles erst *nachdem* es entstanden, nicht *wie* es entstand. Alles folgt dem wichtigen Gesetze (S. 21.), daß jede Veränderung der Lage auch eine Veränderung der Menge specifisch gebundener positiver Kraft sey, und das ganze Kunststück der Erfindung einer Elektrifirmaschine besteht darin, einen Körper abwechselnd in zwey Lagen zu versetzen: in eine, wo er viel Elektricität anziehen oder verlieren kann; in eine andere, wo diese ihm von einem andern entrissen und

und gesammelt wird *). Bey den gewöhnlichen Elektrifirmaschinen ist Glas dieser Körper, den man durch Umdrehung in diese beiden Lagen versetzt. Das Reibzeug ist als Leiter dazu geschickt, durch den Glaskörper eines Theils seiner

*) Eine merkwürdige neue Methode, Elektricität zu erregen, finde ich bey *Bressy sur l'électricité de l'eau (à Paris l'an 5.) p. 5 — 8.* Er erregte in dem in gläsernen oder porcellanenen Gefäßen stehenden Wasser, durch Umrühren desselben mit einer metallenen Kette, einen nicht unbeträchtlichen Grad von Elektricität. Am stärksten war die Elektricität, wenn die Außenseite des Wassergefäßes mit Metall belegt war. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr leicht nach dem erwähnten Gesetze. Auch hier kömmt das Wasser nach und nach in allen seinen Theilen mit einem Körper von ganz verschiedener Anziehung in Berührung; sein elektrisirter Zustand wird daher verändert, und die belegte Außenseite verrichtet dann gleiche Dienste wie bey der Leydner Flasche.

Elektricität beraubt zu werden. Dieser verläßt es darauf schnell, und kommt in die umgebende Luft, deren Elektricität er jetzt anzieht, die ihm aber wegen ihrer ungleichen Anziehung nicht mitgetheilt wird; dessen ungeachtet wird seine Anziehung gegen die schon gebundene so geschwächt, daß die Metallspitzen des Conductors sie ihm entreißen. Reibung ist hier gar nicht wirksam, im Gegentheile erhitzt sie das Glas und macht es leitend; aber diese Reibung kann auch nicht vermieden werden, denn mit je mehr Theilen das Glas in Berührung kommt, desto mehr kann es anziehen. Hieraus folgt, daß breite Reibkissen zwar nicht mehr wirken könnten als schmale, wenn beide das Glas in allen Punkten berührten, daß

sie aber dadurch einen Vorzug erhalten, weil dies bey schmalen Kissen nicht der Fall seyn kann, das Amalgama *) mag so eben seyn, wie nur immer möglich. Zugleich erklärt sich die Nothwendigkeit, das Reibezeug stark anzuschrauben und nicht zu isoliren. Leicht läßt sich nun auch die Nothwendigkeit der schnellen Umdrehung und des Taftüberschlags erklären, denn beide dienen dazu, daß die angezogene Elektricität nicht zurück-

*) Ich habe mehrere Versuche über die vorzüglichste Art des Amalgama gemacht. Musivgold fand ich unter den verschiedenen Vorschlägen am schädlichsten, es gab geringere Elektricität und bedeckte bald die Wachsklappen, so wie es sich auch in die Vertiefungen des Glases einsetzte. Zinnober, so wie wir ihn gewöhnlich kaufen, versuchte ich zuletzt, und dieser that ganz vorzügliche Wirkung, die Funken waren beträchtlich länger und wirksamer, als bey dem Gebrauche des Kienmeyerschen.

fliefse; jene, damit sie nicht nach dem Kissen, dieses, damit es nicht nach der Rückseite des Kissens, welche denn negativ gegen das Glas ist, überströme. Ein anderer Fall muß nothwendig eintreten, wenn Glas, statt an einem gewöhnlichen Reibzeuge durch ein flüssiges Metall, wie Quecksilber, bewegt wird, das ihm nicht adhärirt, wo folglich immer eine Luftschicht zwischen ihnen ist. Es tritt hier derselbe Fall, wie bey der geladenen Luftschicht, ein, das Glas wird seiner Elektricität beraubt, und Uebergang kann wegen der Schnelligkeit des Umdrehens nicht erfolgen, wenn es daher wieder an die Luft kommt, so ist es negativ. Dieses trifft bey den Marumfchen *)

*) Abhandl. über das Elektrisiren, Uebers. Gotha 1777. S. 26—51.

Quecksilbermaschinen ein, die dem Glase ohne Ausnahme eine negative Elektricität mittheilen. Bey rauh geschliffenem Glase, welches mit einem festen Körper gerieben wird, tritt wiederum derselbe Fall ein; hier wird ebenfalls nur ein geringer Theil der Oberfläche von dem Leiter berührt, zwischen dem gröfseren ist eine Luftschicht, und das rauh geschliffene Glas wird daher negativ am gewöhnlichen Reibkissen elektrisirt, im Quecksilber hingegen, weil dieses weder dem einen, noch dem andern adhärirt, eine dem gewöhnlichen Glase gleiche Elektricität haben. Das Elektrophor wirkt zugleich als Elektrifikationsmaschine und als Leydner Flasche, doch wie gewöhnlich, wenn man zweyerley zugleich

treiben will, genügt es keiner von beiden Obliegenheiten ganz. Ist es ein Harzkuchen, wie man jetzt fast allein noch findet, so vermindert man die Elektricität desselben durch Andrücken oder Schlagen mit einem Fuchsbalge, der Kuchen wird negativ. Dieser Harzkuchen liegt in einer metallenen Schüssel, er zieht daher die positive Kraft derselben an. Diese darf folglich nicht isolirt seyn, denn dann könnte sich keine positive Kraft darin sammeln, und er würde seinen Zweck nicht erfüllen. Aber der Kuchen darf nicht zu dick seyn, denn auch hier vermehrt sich die Anziehung im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen. Nur aus der gänzlichen Vernachlässigung der letzten Regel

läßt sich die geringe Wirkung der meisten Elektrophore erklären, welche ihre GröÙe und den Aufwand an Material lächerlich macht. Auf den Kuchen legt man einen Metalldeckel, der isolirt aufgehoben werden kann. Sobald dieser aufgelegt ist, zieht der Kuchen seine positive Kraft an; da aber das Harz ein Nichtleiter ist, so findet nur ein geringer Uebergang statt. Seine positive Kraft ist daher so lange von dem Kuchen angezogen, als er darauf liegt; entfernt man ihn isolirt, so ist seine Elektrizität 0; berührt man ihn aber, während er darauf lag, so zieht seine Anziehung positive Kraft an; entfernt man ihn dann vom Kuchen, so ist er, wegen der befreiten positiven Kraft, auch positiv elektrisirt. Berührt man erst

die Schüffel und dann ihn, so findet ein aufgehaltener Uebergang der in der Schüffel angehäuften Elektricität nach dem negativen Deckel statt, nicht weil dieser überhaupt negativ, sondern weil er eben so nahe oder näher dem anziehenden Kuchen ist, er also angezogen wird, aber weniger positive Kraft enthält. Man empfindet deswegen eine Erschütterung. Deckel und Schüffel wirken nicht mehr auf einander, nimmt man aber dann den Deckel isolirt ab, so findet man ihn sehr stark positiv elektrisirt.

Alle übrige Erscheinungen am Elektrophor lassen sich ohne Zwang aus dem Gefagten erklären, ich übergehe sie daher.

Eine ganz neue Gattung von Elektrizitäts - Erregern bietet sich uns nun noch in den verschiedenen chemischen Veränderungen dar, welche Körper erleiden. Indessen ist diese Gattung noch zu neu, zu arm an Beobachtungen und von zu großem Umfange, um jetzt schon mit Zuversicht ihr Gesetze geben zu können; Vermuthungen darüber sind leicht ausgefertigt, aber wem ist mit Vermuthungen gedient?

*Bemerkungen über Cohärenz, Anziehung,
Krystallisation und Wärme.*

Ehe ich meinen Lesern den übrigen Theil der Theorie vorlege, werde ich sie einige Augenblicke bey der Erörterung von Begriffen aufhalten, deren Ge-

brauch und Mißbrauch gleich oft vorkommt; einige derselben stehen mit jenem Theile in enger Verbindung, die entbehrliche Zugabe andrer Bemerkungen muß ich zu entschuldigen bitten. Zuerst wünschte ich auf den wahren Unterschied zwischen der allgemeinen Anziehung und der chemischen Anziehung, welche als Ursach der chemischen Veränderungen aller Körper gedacht wird, aufmerksam machen zu können. Bey beiden finden wir freylich dieselbe Kraft, die Anziehung wirksam, doch bey jener wirkt sie allein, bey dieser gleichzeitig mit der Repulsivkraft; die Erscheinungen, welche beiden zugeschrieben werden, veranlaßt dieselbe Anziehung, aber durch diese ihre Folgen ist sie in beiden Fällen

verschieden; jene verursacht Näherung, wenn kein größerer Widerstand stattfindet, die letztere Auflösung oder Veränderung der specifischen Dichtigkeit beider Körper, jene kann folglich wirken und doch die ihr zukommende Wirkung der Näherung des angezogenen Körpers nicht haben, da hingegen die letztere durch jenes Prädikat (der Auflösung) allein bestimmt wird, folglich ohne dasselbe nie stattfindet. Daher ist angebliche chemische Verwandtschaft, wo keine Auflösung stattfindet, ein Mißbrauch des Worts, der aber insbesondere bey französischen Schriftstellern *) sehr gewöhn-

*) Als Beyspiel will ich Hassenfratz anführen, der in den *Annal. de Chimie* 98. N. 3., indem er von einer Wirkung der specifischen Anzie-

lich ist. In allen solchen Fällen gebrauchen sie chemische Anziehung, um die besondere specifische Anziehung zweyer Körper, die auf irgend eine Art der allgemeinen Anziehung, welche das Produkt unendlich vieler specifischen Anziehungen ist, wie bey den Haarröhrchen, entgegenwirkt. So lange man dieses nicht bemerkte, und, durch den falschen Begriff der chemischen Anziehung verleitet, Cohärenz als eine Wirkung der Anziehung allein *) betrachtete, so konnte

hung spricht, sagt: *Que cette variation de presenteur est occasionnée pour l'affinité du corps à peser pour le liquide dans lequel on le pèse.*

*) Fischers physikalisches Wörterbuch I, 598.

„Es muß nothwendig eine Ursache daseyn, welche die Materie auf eine bestimmte Gränze

die Physik nicht ohne eine besondere Schwerkraft auskommen, die H. Gren *) wirklich annahm. H. P. Fischer tadelte ihn zwar deswegen, aber ohne ihn zu verbessern, da er, statt die Sache zu erbeschränkt, und diese nennt man die Cohärenzkraft, ihre Wirkung die Cohäsion." Dies nothwendige Begränzen ist aber die einzige Ursach, weswegen wir eine Anziehungskraft der Materie beylegen müssen. (S. Kant's metaphysische Anfangsgr. der Naturw. S. 53. 54.) Mithin ist diese Cohärenzkraft und Anziehungskraft ganz einerley, Cohärenz und Adhärenz folglich gar nicht verschieden.

*) Grundriss der Chemie, Halle 1796. §. 17.

„Die drey Grundkräfte der Materie sind Schwerkraft, Cohärenzkraft oder anziehende Kraft, und Expansivkraft oder abstoßende Kraft.“

klären, einen Wortunterschied *) machte. Der Begriff von Cohärenz ist indessen für den Dynamiker gar kein so unauflöslicher Knoten, als die Atomisten wähen. Im Gegentheile glaube ich, dafs es für sie eine Fallbrücke war, von der sie in ein Meer von Lächerlichkeiten (man erinnere sich der Haken und Oesen einiger Atomisten, des krummen Falls der Atomen nach Epikur u. a. m.) gestürzt wurden, und durch ihren Fall das schlummernde Nachdenken weckten. Doch muß sich der Dynamiker in allen

*) Fischers physical. Wörterbuch, I. S. 162.

„Ich werde beständig Anziehung in der Entfernung blofs Anziehung, hingegen Anziehung in der Berührung in den gehörigen Fällen Adhäsion und Cohäsion nennen.“

Fällen hüten, Anziehungs- und Cohärenzkraft als gleichsinnig zu gebrauchen, da Mißverstand und Widerspruch sonst unvermeidlich wären. Unter Cohärenz versteht man die Eigenschaft eines Körpers, der Veränderung des bestimmten Raumes, den er erfüllt, zu widerstehen. Einen *bestimmten* Raum erfüllt aber nur der Körper, welcher bestimmte Gränzen sich gesetzt hat, nicht von andern erhält, oder der fest (im Gegensatze von flüßig) ist. Die Kraft, welche einen Raum erfüllt, nennen wir Repulsivkraft, die Kraft, welche die Repulsivkraft auf einen gewissen Raum begränzt, Attractivkraft. Die Aeufserungen der Cohärenz sind daher der Widerstand, welchen die auf einen bestimmten Raum durch Attractiv-

kraft eingeschränkte Repulsivkraft, der Veränderung desselben, oder der Veränderung in der Richtung ihrer Wirkung entgegengesetzt. Wird die Cohärenz an einem Orte überwunden, so erhält die Repulsivkraft eine neue Richtung, und durch die Attractivkraft eine neue Gränze. Diese ist der *Bruch*. Hätte blos Anziehung in der Berührung, wie H. Fischer behauptet, jene Cohärenz hervorgebracht, so wäre es genug, um jenen Zusammenhang wieder herzustellen, beide Körper einander in diesem Bruche berühren zu lassen. Berührten sich dann auch nur die Hälfte der abgerissenen Stellen, so müßte die Cohärenz wenigstens halb so groß seyn. Aber nein, nur Vermehrung der Repulsivkraft an dieser Seite, (durch
 Wär-

Wärme) kann diese Begrenzung der Repulsivkraft durch die Attractivkraft aufgehoben und der Repulsivkraft ihre alte Richtung wiedergegeben werden. *Durchbrechung* ist demnach der gelungene Versuch, Cohärenz zu überwinden; *Beugung* in einen Winkel und *Dehnung* nach gerader Linie der gelungene Versuch, der Cohärenz eine andere Richtung zu geben. *Elastische Zurückziehung* ist im Gegentheile der mißlungene Versuch, der Cohärenz eine andre Richtung zu geben, d. h. Aufhebung der Dehnung oder Beugung durch die Cohärenz. Ein flüssiger Körper ist verschiebbar, er setzt sich folglich keine bestimmte Gränzen, hat keine Cohärenz, ist folglich weder elastisch, noch brüchig oder beugsam. Ganz verschieden

von Elasticität ist Compressibilität; diese ist die Eigenschaft der repulsiven Kraft, auf einen bestimmten Raum eingeschränkt zu werden. Compressibel ist daher nur die Materie, welche durch sich selbst noch nicht in bestimmten Gränzen eingeschlossen ist, folglich ist nur die flüssige Materie compressibel. Compressibilität steht demnach der Elasticität eben so entgegen, wie Cohärenz der Verschiebbarkeit. Was Cohärenz hat, ist nicht verschiebbar; was elastisch ist, nicht compressibel; was compressibel ist, nicht elastisch. Wesentlich verschieden von der Cohärenz ist die Adhärenz; sie bezeichnet allein die Anziehung, in so fern dieselbe in der Berührung gedacht wird. Damit sie aber wahrnehmbar ist, müssen

die verschiedenen materiellen Substanzen in der Welt eine verschiedene specifische Anziehung haben. Die Adhärenz ist folglich Wirkung der Anziehung, die Cohärenz nur ohne sie nicht möglich.

Nach der Feststellung dieser Begriffe läßt sich vielleicht einiges Licht über die Bildung fester Körper in flüssigen, oder über die in der Natur so allgemein wirkende KrySTALLISATION verbreiten. Hr. Link *) war, wenn ich nicht irre, der erste und einzige unter den Dynamikern, welcher bey der Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinungen verweilte. Er erklärt alles aus einem gewissen KrySTALLISATIONSTRIEBE, dem man freylich nach

*) Beyträge zur Physik und Chemie, I. Stück, S. 111. Rostock 1797.

Gefallen Wirkungen aufbürden kann, ohne in einen Widerspruch zu verfallen. Doch gesteht er selbst, daß dadurch die Erscheinung nur bezeichnet, nicht erklärt werde; daß aber dadurch, wie er hofft, falsche Erklärungen wenigstens abgehalten werden, kann ich nur in sofern zugeben, als dadurch alle Versuche zur weitem Erklärung zurückgeschreckt werden möchten. — Der Beweis, daß jede gleichartige materielle Substanz, wenn sie verschiebbar *) ist, und keine stärkere

*) Verschiebbar sind alle die Substanzen, bey denen die Attractivkraft nicht das Uebergewicht hat. Ein Recensent in der allgem. Literaturzeitung (1798. Dec. N. 380.) macht dagegen folgenden Einwurf: „Recensent findet bey der Darstellung, daß Adhäsionskraft und Ex-

gegenwirkende Kraft es hindert, die Kugelgestalt annehmen müsse, macht keine Schwierigkeit; er folgt unmittelbar aus dem Begriffe einer attractiven Kraft und

expansivkraft die Form aller Körper bestimmen, die Schwierigkeit, daß dieser Lehre zufolge ein jeder tropfbarer Körper im Vacuo der Luftpumpe augenblicklich bey dem geringsten Zusatze von Wärme in einen gasförmigen verwandelt werden müsse." Dieser Einwurf verliert indessen seine ganze Kraft, sobald man bedenkt, daß das Wasser, wenn es auch in geringer Menge ist, nie *gemeinschaftlich* Wärme bindet, sondern daß nur immer die Wasserabtheilungen, welche der Wärme am nächsten sind, die folglich die größte Anziehung zu derselben haben, in eine luftförmige Flüssigkeit verwandelt werden können. Daher die Verdunstung des Wassers unter der Luftpumpe zwar schnell-

der Beschaffenheit der Kugel, einer Masse unter allen Formen die kleinste Oberfläche zu geben. Aber auch die Kry stallen sind von gleichartiger Materie, und wa-

ler, aber doch nicht augenblicklich, selbst bey der stärksten Hitze, vor sich gehen kann. Da ferner die Anziehung einen gewissen Grad erreicht haben muß, ehe eine chemische Verbindung zwischen dem Wasser und der Wärme möglich ist, so ist zu diesem Gebrauche nicht etwa eine geringe, sondern eine beträchtliche Wärme nöthig. Ungeachtet jener Einwurf, wie ich gezeigt zu haben glaube, die dynamische Vorstellungsart nicht trifft, so hat er doch gegen die Meinung einiger Physiker (z. B. Lavoisier *traité element. de Chimie I. p. 8.*), als wenn wir nur durch den Druck der Atmosphäre tropfbar flüssige Körper hätten, sein volles Gewicht.

ren verschiebbar, und doch findet man *nie* die Kugelgestalt unter denselben. Die eckigte Gestalt der Kry stallen ist daher ein Zwang von aussen; ein Zwang, unter welchem allein das Daseyn und Werden aller Kry stalle mit dem Daseyn jedes einzelnen bestehen konnte. Die ersten festen Theile bilden sich da in einer Flüssigkeit, wo zuerst die Wärme, welche die Materie flüßig machte, entwich. Diese entweicht aber nicht an diesem Orte allein, sondern nach allen Seiten; es bildet sich daher in der Flüssigkeit nicht Ein fester Körper, sondern viele, und diese vergrößern sich immer mehr, bis die Anziehung eines andern Orts, wo nun die Wärme leichter entweicht, die Anziehung dieses Kry stalls übertrifft. Sphä-

rische Krystalle sind nie denkbar, weil dazu erfordert würde, daß die Flüssigkeit durch ihre ganze Masse in gleich weit entfernten Punkten auch gleich erkaltete. In diesem Falle würde auch der äußere Zwang Kugelkrystalle hervorbringen, aber dieser Fall ist nicht möglich. In welchem Verhältnisse die Anziehung der gesättigten krySTALLISIRENDEn Flüssigkeiten für Wärme, und ihre Form zu ihrem Eigengewichte und ihrem KrySTALLISATIONSWASSER stehen, müssen erst Versuche lehren. Alle KrySTALLISATIONEN waren aber ohne vorhergehende AUFLÖSUNG nicht möglich; es wird daher gut seyn, nicht bey dem Worte, chemische Durchdringung, stehen zu bleiben, damit es nicht zum bloßen Bilde herabsinke, sondern das zu erklä-

ren, was eigentlich dabey vorgeht. Ist nämlich die Anziehung eines Körpers, gegen die Repulsivkraft eines andern so stark, daß sie die Anziehung des andern gegen dieselbe, und die Anziehung gegen die eigne gebundene Repulsivkraft übertrifft, so werden die repulsiven Kräfte beider frey, und diese werden nun entweder gleichförmig von der attractiven Kraft beider gebunden, oder die attractiven Kräfte tauschen einander aus, und trennen sich zu zweyen neuen Körpern, von denen der eine an Repulsivkraft gewonnen, der andre verlohren hat. Dies ist Auflösung; die einzelnen Fälle bey derselben kann ich, nach dieser Vorstellungsart, hier nicht durchgehen; genug, die Körper, welche aus

den Auflösungen hervorgehen, haben gleiches Recht wie die Körper, aus denen sie zusammengesetzt worden, auf den Titel Element, welchen der Chemiker indessen nur denen bewilligen kann, die er nicht mehr zusammenzusetzen vermag. Aus der nothwendigen Mitwirkung der Repulsivkraft folgt auch, daß ihre Entfernung null seyn muß, weil diese nie aus der Entfernung wirken kann, ungeachtet aus der Entfernung auf sie gewirkt, d. h. sie angezogen wird. Eben so nothwendig ist es, daß einer von beiden Körpern flüssig sey, da zwey Negationen einander unmöglich aufheben können. Bey den Materien muß nun zwar immer die Anziehung des einen Körpers die Anziehung des andern übertreffen, um sich zu

einer materiellen Substanz zu vereinigen; bey der freyen Repulsivkraft wird aber ein andrer Fall eintreten. Hier ist es genug, dafs ein Körper Anziehung hat, um dieselbe auch wirklich an sich zu ziehen. Ist sie aber, wie immer in der Natur, von einem Körper schon gebunden, so muß der Körper, welcher sie ihm entreißen soll, ebenfalls stärkere Anziehung als jener haben. Auch hier werden drey Fälle eintreten; einer, wo die Anziehung gegen die schon gebundene Repulsivkraft die Anziehung gegen jene übertrifft, und dies ist bey den elektrischen Erscheinungen im engern Sinne der Fall, weswegen auch keine Veränderung an den Körpern dadurch hervorgebracht wird; oder wo die Anziehung gegen die

übergehende Repulsivkraft der Anziehung gegen die eigne Repulsivkraft gleich ist, (in diesem Falle findet Schmelzung *), Vermehrung **) des Volums der Gasarten, welches sich wieder verliert, Thermometersteigen ***) u. s. w. statt,) oder wo dieselbe sie übertrifft, und dann bemerkt man Entkalkung †), Bildung ††) von Gasarten, salpetriger Geruch u. a. dgl.

*) Marum's Beschreibung einer grossen Elektrifirmaschine und der Versuche, Leipz. 1786.

I. S. 39. II. Leipz. 1788. S. 4 — 13.

**) Ibid. II. S. 39 — 43.

***) Marum's Aufsatz in Gren's neuem Journale der Physik III. Band S. 1 — 17. Beschreibung u. s. w. III. Heft, Leipz. 1798. S. 19 — 27.

†) Ibid. I. Heft S. 37.

††) Ibid. III. Heft S. 31. und 29. II. Heft S. 28.

Annales de Chimie 1798. N. 80. p. 161.

Die Elektrizität wirkt in allen *diesen* Fällen ganz wie die Wärme; ich kann daher, selbst den vorsichtigen Neutonischen Regeln gemäß, auch bey der Wärme auf gleiche Urfach, auf die vermehrte Repulsivkraft schliessen. Ausgedehnt (das heisst nicht, ausgedehnt durch eine Anhäufung einer gewissen Materie, wie z. B. Holz durch Wasser, sondern durch Veränderung der Qualität einer Materie, durch das veränderte Verhältniß der Grundkraft, oder Vermehrung der Repulsivkraft,) und erwärmt, ist in der Erfahrung durchaus einerley *), nach je-

*) Indem wir einen Körper warm, unserm Gefühle nach, nennen, so erkälten wir ihn eigentlich, denn das, was uns auf dieses Urtheil führt, diese Wärme rauben wir ihm.

nem Erklärungsgrunde ist es auch der Theorie nach gleichbedeutend. Die Wärme wirkt folglich chemisch und zwar immer, aber deswegen ist sie selbst noch nicht Materie. Ungeachtet sie oft aus der Zersetzung irgend einer Materie entstanden, so ist sie doch nicht selbst Materie, eben so wenig wie sie bloß die Bewegung*) seyn kann, welche ein Erfolg der in Thätigkeit gesetzten Kräfte ist; vielmehr ist sie selbst diese Kraft, und wo sie chemisch wirkt, da ist Erwärmung**). Billig muß

*) Scherer's Nachträge zu den Grundzügen der neuen chemischen Theorie, S. 287. Jena 1796.

**) Sie selbst ist folglich kein Gegenstand des Chemikers, aber ihre Wirkung ist für ihn höchst wichtig, und sie macht ihn in dieser Rücksicht vom Physiker abhängig. Vergebens

ich hier die Frage beantworten: wodurch sich die Erwärmung von der positiven Elektrisirung der Theorie nach unterscheide? Warum die Wärme nicht zuweilen eben so, ohne die Körper ihrer Qualität nach zu verändern, doch von ihnen gebunden werde? Dies folgt aber aus dem sehr deutlichen Satze, daß man die repulsive Kraft dann nur Wärme nenne, wenn sie mit einem Körper chemisch gebunden gewesen und diesem entzogen wird, diesem aber nur in sofern entzogen werden kann, als ein anderer Körper

ist daher das Bestreben der Chemiker in neuern Zeiten, dieses Joch abzuschütteln und eine eigene Wärmematerie einzuführen; kein Glied der Facultäten muß sich etwas vergeben, so wenig wie die Facultäten gegen einander.

sie in seine Mischung aufnimmt. Dagegen kann sie auch als Elektricität wirken, so bald die attractive Kraft ihr geraubt wird; und irre ich nicht, so ist dies bey den Zerfetzungen der Fall, welche einem Gewitter vorhergehen. Die repulsive Kraft hingegen, so wie ich sie bey der Elektricität bestimmt habe, braucht zwar nicht mit Erwärmung zu wirken, kann es aber, sobald die Anziehung gegen dieselbe stark genug ist.

Nachdem jetzt die Meinung ganz verworfen ist, als wenn bey der positiven Elektrisirung eines Körpers diese von jenem chemisch gebunden werde, so ist es leicht, mehrere Erscheinungen zu erklären. Warum z. B. das Innere eines
Con-

Conduktors nicht elektrifirt *) wird, und warum es ohne Einfluß ist, ob er leer, oder mit Holze gefüllt u. s. w. ist.

Da keine chemische Durchdringung stattfinden kann, so betrachte man den Durchschnitt irgend eines metallnen Cylinders, so wird, dem zweyten Gesetze gemäß, der Punkt B (Fig. 5.) unter der Oberfläche immer schwächere Anziehung gegen die Elektricität haben, als jeder Punkt A in der Oberfläche; unmöglich wird daher die Elektricität den Ort, wo sie am stärksten angezogen wird, mit je-

*) Coulomb's Abhandlungen über Elektricität im Auszuge, in Gren's neuem Journale der Physik, III. S. 59. Er ist der erste Entdecker dieser Eigenschaft, und sucht sie aus der Repulsion des natürlichen ihnen zukommenden Fluidi zu erklären.

nem, wo die Anziehung ungleich schwächer ist, vertauschen. Mehrere haben das frühere Einströmen in Spitzen in Vergleich mit Flächen, aus gleicher Ursache abzuleiten gesucht. Dieses beruht aber ganz allein auf der Unmöglichkeit eines ganz freyen Uebergangs der Elektricität. Die Fläche zieht viel, die Spitze nur wenig Elektricität an; der Funke hat daher bey jener ungleich mehr Widerstand bey gleicher Entfernung zu überwinden. Um bey der Fläche den Uebergang möglich zu machen, muß die Anziehung verstärkt, die Entfernung verringert werden. Ebenso geht auch die Elektricität eher aus einer Spitze, als aus einer Fläche über, weil der anziehende Körper hier weniger Anziehung zu überwinden hat. Daraus

ist ebenfalls das stärkere Ausströmen der Elektricität aus Spitzen an die umgebende Materie zu erklären, indem hier weniger Anziehung, als bey einer Fläche zu überwinden ist. Bey einer negativen Elektrisirung der Spitze kömmt es hingegen daher, weil es auf die größte Menge von Luft *) wirkt, und ihm wegen seiner größeren Anziehung mehr positive Kraft entziehen kann.

*) Ich will hier eine Erfahrung nachtragen, welche ich während des Drucks in H. Schmidt's physisch-mathematischen Abhandl. (Gießen 93. S. 163.) finde, und eigentlich zu S. 46. gehört. Er hat nämlich an einer sehr empfindlichen Wage geladene Glasplatten und Flaschen immer um einige Richtpfennige leichter gefunden. Die Unrichtigkeit des Schlusses, welchen er (S. 190.) daraus macht: daß die Elektricität die Anhänglichkeit der Luft an die Oberfläche, und eben dadurch das Gewicht der Körper vermindern, ist sowohl in der Rücksicht falsch,

*Zusammenstellung
der vorgetragenen Theorie mit der Frank-
linischen und Dualistischen.*

Da ich unmöglich die ganze Zahl der einzelnen elektrischen Erfahrungen, welche Zufall, Fleiß und Scharfsinn in so vielen Jahren sammelte, mit einem Kommentar begleiten konnte, aber durch eine Ableitung der Hauptversuche aus allgemeinen Gesetzen die Lücke einigermaßen ausgefüllt zu haben glaube, so fordert doch die leichte Uebersicht die-

als wenn die Anziehung zwischen Luft und dem zu wägenden Körper sein Gewicht vermehre; dann aber auch in der Annahme, daß die Anziehung der Luft gegen einen Körper durch Elektrisirung vermindert werde. Den Gegengrund für die letzte Behauptung enthält meine Theorie, die erste werde ich an einem andern Orte widerlegen.

fer Versuche zur Urbarmachung einiger sehr verwachsenen Stellen, sie durch Umzäunungen von den Arbeiten der Nachbarn zu trennen.

Franklin *) nahm eine, Symmer **) zwey elektrische Materien an. Ich nehme gar keine Materie, sondern die beiden Kräfte, durch welche erst Materie constituirt wird, als Ursach der elektrischen Erscheinungen an, und halte sie dem gemäß für keine chemische Prozesse, durch welche Veränderungen in der Qualität der Materie gemacht werden müssen, sondern, wo diese eintreten, sind sie nur zufällig. Unstreitig übertrifft

*) Franklins sämtliche Werke, übersetzt von Wetzel, I. Theil. Dresden 1780.

**) Phil. transact. Vol. LI. I.

die Symmersche Meinung alle andre in der Leichtigkeit, mit welcher sie Erklärungen von *allem* geben kann, aber leider durch einen Kunstgriff, der nicht schwer dem Erfinder, aber, bey einer weiteren Ausdehnung, der Wissenschaft sehr schwer hätte fallen können. Man nahm hier zwey Materien an, ohne irgend einen haltbaren Beweis *) ihres Daseyns geben zu können; man nahm Materien an, so viele jeder wollte und welche man wollte, indem alle Eigenschaften, Gesetze, welche ihr zukamen, nach dem jedesmaligen Bedürfnisse bestimmt wurden. Daher folgten ihr auch nur

*) Morgan sagt in seinen Vorlesungen über Electricität, Leipz. 1798. S. 9. die elektrischen Erscheinungen müßten von etwas Körperlichem herrühren, weil sie viele Körper durchbohre.

wenig Phyfiker von Anfehen, Franklin's Name fiegte überall. Den letzteren Fehler in der Gefetzgebung hat indeffen auch die Franklinifche Theorie mit ihr gemein; zwar ift hier die gröfste Mäfsigkeit in der Annahme hypothetifcher Materien beobachtet, aber die Gefetze folgen eben fo wenig aus der Natur diefer Materie, und doch find fie zum Theil fo wunderbar, dafs es nicht zum verwundern ift, dafs jeder änderte, ohne dafs einer etwas verdarb. Die Gefetze, welche ich aufstellte, folgen unmittelbar aus der Hypothefe, und diefe Hypothefe mufs umgekehrt wahr feyn, fobald jene Gefetze fich beftätigen.

Man betrachte endlich fo manches Gefetz der andern Systeme, das wichtigste

Gesetz der Vertheilung unter andern, ob man nicht einen Wortunterschied zur Erklärung eines Sachunterschiedes gebraucht. Denn angenommen, daß wirklich die elektrische Materie, welche auf der einen Seite der Flasche angehäuft wird, die Elektrizität der anderen Seite austreiben könne; nun wohl, warum setzt sie sich dann nicht in ihre Stelle, statt zu warten, bis eine weitläufige Leitung sie verbindet?

Uebrigens ist die Repulsion und Attraction der Dualisten und Franklinianer von der ganz verschieden, welche ich durch diese Worte bezeichnete. Bey jenen war die Repulsion in der elektrischen Materie des positiv elektrisirten Körpers

wirksam *); bey mir kann sie nur im Uebergange durch Zerreißen, Zersprengen u. s. w. wirken, sonst ist sie stets gebunden. Bey den Franklinianern war es unbestimmt, ob die Anziehung nach ato-

*) Aepini tentamen theoriae electricitatis et magnet. etc. p. 19. Cum vero supponatur status naturalis adesse, corpus A tantam praecise comprehendit fluidi copiam, cui retinendae vis attractiva par est, unde tota in particulam (fluidi electrici) actio $a - r = 0$. Concipiamus jam accedere ad fluidum in corpore contentum, quacunque hoc fiat ratione, certam quandam ipsius quantitatem, uniformiter per totum corpus distributam, quae fit ad quantitatem fluidi naturalem, uti a ad Q , eritque tum repulsio particulae $B = \frac{(Q + a)r}{Q}$, unde jam particula B attrahetur versus corpus A , vi $= a - r - \frac{ar}{Q}$. Cum autem sit $a - r = 0$, erit vis, quae particulam B versus A trahit, $= -\frac{ar}{Q}$, sive particula B a corpore A vi $= \frac{ar}{Q}$ repellatur.

mistischer oder nach dynamischer Vorstellungsbildungsart betrachtet werden sollte; bey den Dualisten hingegen war die Anziehung chemische Wahlverwandtschaft.

Das Unzulängliche mancher ihrer Erklärungen erkannten beide Parteyen, die Schüler Symmers, wie die Schüler Franklins. Franklin selbst redet oft von den Mängeln seiner Erklärungen, von dem Beschränkten in der Erkenntniß; wer erkennt darin nicht den großen Mann? Durch Geist und Schule scharfsichtig, durch Welthandel vorsichtig, hob er den Schleier empor, ohne zu rufen: Seht doch das Licht!

Statt aller weiteren Vergleichung, wodurch vielleicht falsche Ansicht und Eigenliebe einfließen könnte, setze ich das

Verglichene selbst her, so wie es sein Geist uns darstellt; die wenigen Verbesserungen seiner Nachfolger wird der geneigte Leser ohne meine Erinnerung hinzufügen. Symmer hingegen mag in dem systematischen Gewande Kratzensteins auftreten, der viel für ihn that, ohne damit zu prahlen.

Franklin's Theorie.

Seite 48. Die elektrische Materie besteht aus sehr feinen Theilen, und diese sind in allen Körpern verbreitet.

Seite 94. Wird aber einem Körper mehr Elektricität zugeführt, als ihm wesentlich ist, so legt sich dieselbe auf seiner Oberfläche an, und bildet eine Atmosphäre.

S. 95. Die Gestalt der elektrischen Atmosphäre richtet sich nach dem Körper, den sie umgiebt *). Dieses ist der Zustand eines positiv elektrisirten Körpers.

Wird hingegen ein Theil des natürlichen Vorraths von der elektrischen Materie aus dem Stücke herausgezogen, so kann der Rückstand **) den Körper nicht mehr erfüllen, es entsteht negative Elektricität.

S. 115. Glas und andre selbstelektrische Körper ziehen die Elektricität an

*) Aepinus weicht den Worten nach hierin von seinem Lehrer ab; aber da es ohne Einfluß auf die Erklärung ist, so waren die Streitigkeiten darüber fast ohne Nutzen.

**) S. 93. Ich übergehe hier Franklins atomistische Vorstellung von den Dreyecken.

stärksten an, und besitzen davon die größte Menge; Harz und andere Körper im Gegentheile enthalten weniger davon, und lassen sich dieselbe leicht rauben.

S. 118. Das Glas hat immer gleichviel Elektricität; wird aber die eine Seite desselben mehr damit erfüllt, so stößt dasselbe die Elektricität der andern Seite ab.

Soweit Franklin; ich will als Beylage noch die gewöhnliche Erklärungsart der Leydner*) Flasche hinzu fügen. Es wird hier erst das Gesetz aufgestellt, jeder elektrisirte Körper erzeuge in denjenigen Körpern, die in seinen Wirkungskreis kommen, in diesem Wirkungskreise eine der seinigen entgegengesetzte Elektricität.

*) Gren's Naturlehre §. 1348.

Zweytens das Gesetz, dünne Nichtleiter hielten zwar nicht diese Vertheilung, wohl aber die Mittheilung auf. Ist nun die innere Belegung einer Flasche positiv elektrisirt, sagen sie, so stößt sie die Elektrizität der äußeren nach dem ersten Gesetze ab; verbindet man sie durch einen Leiter, so theilt die innere der äußeren Belegung ihren Ueberfluß mit.

*Kratzenstein's Darstellung des Dualismus *).*

S. 164. Die Elektrizität ist die Eigenschaft verschiedener Körper, vermöge welcher sie unter gewissen Umständen leichte Körper an sich ziehen, wieder von sich stoßen und Funken geben.

*) Kr. Vorlesungen über die Experimentalphysik, Kopenhagen 1787.

1. Satz. Die elektrische Kraft rühret von einem Dunstkreise her, welcher aus feinen Theilen des Acidi und des Phlogistons, oder der elementarischen Kohlenerde, bestehet, welche aus den für sich elektrisirten Körpern durchs Reiben oder eine andre schütternde Bewegung herausgetrieben, und dadurch selbst in eine zitternde oder oscillirende Bewegung gesetzt worden sind. Dieser Dunstkreis wird durch die abstoßende Kraft der Oscillationen in seine zwey Elemente, Acidum und Phlogiston, abgeschieden, wovon sich das eine vermöge seiner allgemeinen anziehenden Kraft nach seiner besondern Verwandtschaft (die vom Zusammenpassen der Theile entsteht) an den reibenden, das andre an den anliegenden Kör-

per (Conductor) hängen, und an ihnen, wenn sie isolirt ist, einen elektrischen Dunstkreis erwecket, der nahe am Körper dichter, weiter davon dünner, und überall in einer wellenförmigen Bewegung ist.

2. Satz. Wenn einem nicht selbst elektrischen Körper die Elektricität mitgetheilt werden soll, so muß solcher mit selbstelektrischen, als Glas, Harz, Schwefel u. s. w., begränzt seyn.

S. 169. Durch die Annäherung eines leitenden unelektrischen Körpers werden aus dem elektrischen Dunstkreise Funken hervorgelockt, indem sich der ganze elektrische Dunstkreis dahin bewegt, sich daselbst concentrirt, aus dem eingetauchten Körper das ihm fehlende elek-

elektrische Element ausfauget, und sich damit in einen Funken vereinigt.

S. 171. 3. Satz. Wenn polirtes Glas und Harz gerieben werden, so entstehen in jedem dieser geriebenen Körper elektrische Atmosphären, von verschiedener Art. Jene zeigt in Leitern sich in langen leuchtenden Schweifen, da hingegen diese nur leuchtende Sterne zeigt. Hieraus wird wahrscheinlich, dass die gläserne die acide, und die harzige die phlogistische Elektricität sey, weil die acide das zum Leuchten gehörige Phlogiston, nicht aber die phlogistische das dazu gehörige Acidum in der Luft antrifft.

S. 172. 4. Satz. Bey der Erregung der Elektricität entstehen beide zugleich. Beide müssen sich an verschiedenen Kör-

pern von einander abscheiden können, wenn eine oder beide ihre Wirkung zeigen sollen.

Seite 133. 5. Satz. Man kann nämlich ein jedes dieser Elemente als elastisch und zur Ausbreitung über Körper fähig ansehen; vereinigen sie sich aber beide, so gelangen beide zur Ruhe.

S. 133. 6. Satz. Die Mittheilung der Elektricität an die Conduktoren geschieht also nicht sowohl durch eine Ergießung der von Elektris ausgestossenen Materie über dieselben, sondern durch Ausfaugen der freundschaftlichen Elektricität aus ihren Zwischenräumen, wodurch die friedliche zur Ausbreitung über den Conduktor veranlaßt wird.

S. 178. 7. Satz. Auf gleiche Art wird der elektrische Funken hervorgebracht, indem durch das Eintauchen eines unelektrischen oder freundschaftlichen elektrisirten Körpers in den dichteren Theil der Atmosphäre das Acidum des einen Theils das Phlogiston aus dem andern an sich ziehet und sich mit ihm unter Bildung eines Funkens vereinigt.

Einer von diesen beiden lassen sich fast alle die Theorien zugesellen, welche man in höchst mannigfaltiger Gestalt vor Franklin und Symmer und nach ihnen aufgestellt hat; alle nehmen entweder eine oder zwey Materien an, ihre Verschiedenheit ist nur gering, die Erklärungsart unterscheidet sie fast gar nicht.

Nollets *) Erklärungen müssen billig davon ausgenommen werden; seine Annahme der entgegengesetzten Aus- und Zuströmungen ward indessen wegen der scharfsinnigen Ausführung mehr bewundert als geglaubt. Er erlebte nicht viel Gutes an seinen Schülern, wie man dies an den Anmerkungen des D. Krünitz zu Priestley's Geschichte deutlich erkennen kann. In Absicht der chemischen Zusammensetzung der vermeinten elektrischen Materien, haben sich mehrere Schriftsteller neuerer Zeit der Kratzensteinischen Hypothese mehr angenähert. Lavoisier **)

*) *Traité de la cause et des phénomènes de l'électricité*, à Paris 1740. *Leçons de Physique*, Tom. VI.

**) *L. kleine Schriften*, III. 270. Greifsw. 1785.

bemerkte in einer seiner kleineren Schriften: „dass er künftig einmal von den
 „Gründen Rechenschaft geben werde,
 „welche ihn zu glauben bewegten, dass
 „die elektrischen Erscheinungen, welche
 „wir wahrnehmen, nur ein Erfolg der
 „Zerlegung der Luft seyn möchten, bey
 „welcher die Luft den elektrischen Stoff
 „eben so liefere, wie sie, nach seiner
 „Meinung, den Stoff des Feuers und des
 „Lichts bey der gewöhnlichen Verbren-
 „nung liefert.“ Lavoisier führte diesen
 Gedanken nicht weiter aus; H. Scherer *)
 und H. Schelling **) suchten diese An-
 nahme durch Gründe zu befestigen und

*) Scherer's Nachträge S. 492.

**) Schelling's Ideen zur Philosophie der Natur,
 Lpz. 97. Ebend. von der Weltseele, Hamb. 98.

näher zu bestimmen. De Luc und Lampadius *) suchten schon zu beweisen, die elektrische Materie sey zusammengesetzt aus einer ponderablen Basis und einem fortleitenden Fluido ihrem Feuer. Hr. Schelling stellt als ausgemacht auf **):

- I. dafs die elektrische Materie ein zusammengesetztes Fluidum,
- II. ein Produkt der Lichtmaterie und einer andern für /jetzt noch unbekannten Materie sey, und
- III. dafs die beiden Elektricitäten sich durch ihre ponderablen Basen reel unterscheiden, d. h. durch das quantitatische Verhältnifs ihrer ponderablen Basen zum Licht †).

*) Ueber Elektricität und Wärme.

**) Von der Weltseele, S. 90.

†) Ebendaf. S. 91.

Hr. Achard *) machte auf die Aehnlichkeit zwischen Elektricität und Wärme aufmerksam; Hr. Schelling hat darauf folgendes Gesetz gegründet:

IV. Von zween Körpern wird nur derjenige negativ elektrisch, der die größte Verwandtschaft zum Sauerstoff hat **).

V. Wie eine chemische Zersetzung der Lebensluft die Phänomene des Verbrennens bewirkt, so bewirkt eine mechanische Zerlegung derselben die Phänomene der Elektricität †).

*) Mémoires de l'academie de Prusse 1779.

Achards Sammlung physikalischer und chymischer Abhandlungen, Berl. 1784. S. 141 - 144.

**) Schellings Ideen S. 56.

†) Ebendaf. S. 57.

Indem ich dies fünfte Gesetz mit dem dritten verglich, suchte ich nach, wie die mechanische Zerlegung, oder eigentlich Trennung, eine Veränderung in der Qualität jener Materien oder ihrer chemischen Mischung hervorbringen könne; ich habe aber keine Erläuterung gefunden, welche ich meinen Lesern mittheilen könnte.

Soviel von Theorieen, Gesetzen und Hypothesen, vielleicht zu viel schon. Von dem, was ich darüber dachte, trenne ich mich mit der Ueberzeugung, die alte Bahn wenigstens gebrochen zu haben, wenn gleich die Beendigung des neuen Weges mir vielleicht nicht ertheilt war. Die lose Verknüpfung zwischen den

einzelnen Abschnitten wird der geneigte Leser durch die Erinnerung entschuldigen, daß ich hier die Elektricitätslehre nicht abhandeln, kein Buch schreiben, sondern nur meine Bemerkungen als Abhandlung über die Elektricität ihm mittheilen wollte. Ordnung gefällt, wenn *viel* zu ordnen ist; wenn ich aber beym Mangel in der Hütte des Armen die Ordnung eines Prachtzimmers antreffe, so freue ich mich zwar über den glücklich beschränkten Sinn, der selbst in der geringen Habe eine Menge sucht, die ohne bestimmte Anordnung nicht würde übersehen werden können; halte aber diesen seinen Zustand für den angemessensten, da er sonst über die Anordnung sein ganzes Vermögen übersehen würde. Und

nicht bloß einzelne Forscher können über die Freude der eingeführten Ordnung und Einheit die nöthigen Ausbesserungen übersehen, ganze Wissenschaften selbst könnten leicht durch den Lehrbuchszuschnitt einschrumpfen. Ein gutes Mittel dagegen wäre unleugbar eine Zeitschrift, welche ununterbrochen nicht bloß darstellte, was wir in den Wissenschaften überhaupt, und insbesondrer in der Naturwissenschaft, zulernen, sondern auch das, was wir wissen und nicht wissen, also die Data und Agenda in der Physik. Wenn ich Data in der Physik annehme, so verstehe ich darunter weder Euklidische Data, noch Geschichts-Data, beide sind hier noch zu gewiß; es soll nur das bezeichnen, was man bis-

her gefunden, erobert und befestigt zu haben glaubte. Nun wird es sich natürlich gar oft finden, daß die eine oder die andre Erfahrung, oder eine unvermuthete Frage des Scepticismus, in der Physik manche Data unter die Agenda zurück-, oder vielmehr vorschiebt, da die Agenda zwar nicht unsern Wissensschatz bereichern, aber uns die Hoffnung einer mit Erfolg belohnten Thätigkeit darbieten, welche mehr als zwey solche Schätze aufwiegt.

Erste Beilage.

Beschreibung einiger neuen Elektrometer.

Nur mit Widerstreben haben sich endlich die Physiker von ihren hohen Erwartungen herabstimmen lassen, für jede Veränderung in den Körpern und ihren Eigenschaften und Verhalten gegen einander jetzt schon einen sicheren Maassstab zu haben. Nicht alles ist messbar, aber noch ungleich weniger läßt sich abgesondert von fremdem Einflusse messen; das Wenigste endlich ist wirklich schon gemessen. Barometer, Manometer, Thermometer, Hygrometer u. s. w. durchkreuzen sich gegenseitig, der Physiker schüttelt dazu den Kopf, aber die Natur geht ihren stillen Gang fort. Doch wird auch der Physiker endlich dem Ziele sich nähern, alle

alle Einwirkungen der Körper und ihre Veränderungen trennen und messen zu lernen, so wie der Annäherung zu dieser Aufgabe die Physik wenigstens einen grossen Theil ihrer Fortschritte schuldig ist. Auch die Elektrizität sollte ihre Messwerkzeuge haben; es wurden viele Versuche dazu gemacht, abwechselnd, scharfsinnig und mit Glück. Dessen ungeachtet betrachtete man die Elektrizität in allen diesen Fällen nie als Materie, wofür man sie doch ausgab; immer beachtete man nur die Entfernung zweyer leichtengleich elektrisirten Körper von einander durch eine dieser Materie eigene abstossende Kraft, nie wog man sie. H. P. Gren*)

sagt mit Recht von den meisten, „dass sie

*) Naturlehre §. 1304.

„höchstens dazu dienten, ohngefähr zu
„beurtheilen, ob die Elektricität stärker
„oder schwächer sey, als eine andre; aber
„nicht, wie stark sie sey.“ Ich will meine
Anforderungen an ein Elektrometer hier
angeben: Anziehung und dadurch verän-
derte Lage des Elektrometers ohne merk-
liche Aenderung des Zustands seiner Elek-
tricität, d. h. ohne Mittheilung fremder,
und ohne Entfernung der eignen Elektri-
cität wegen der stärkern Anziehung ge-
gen die Elektricität eines andern Kör-
pers (der Franklinianer Vertheilung),
zweytens so wenig wie möglich frem-
der Einfluss andrer Materien auf den
Elektricität - messenden Körper. Aus
dem ersten Grunde, wegen der Mitthei-
lung, sind alle die Elektrometer, welche

durch Mittheilung wirken, also weder Canton's, Henly's, Cavallo's, noch Coulomb's Elektrometer zu billigen, alle geben immer nur den Unterschied zwischen der Elektricität der Luft, in welcher wir elektrisiren, und zwischen dem Körper, den wir untersuchen, an.

Durch das Elektrometer, welches ich meinen Lesern vorlegen werde, habe ich diesen Forderungen mich zu nähern gesucht, da die vollkommene Erfüllung derselben dadurch unmöglich wird, weil kein Körper in der Natur vollkommen isolirt.

1) Das ganze Werkzeug ist aus Glas verfertigt und hat etwa zwey Fufs Höhe. Es steht auf einem Kreuze von Glas; *ab* ist länger (etwa $1\frac{1}{2}$ Fufs groß) und mit

einem Maafsstabe versehen, um die Entfernung von Gegenständen zu messen. Die Glasstange *fb* hält die Glasplatte *ghi*, an welcher auf einem Glaskeile bey *A* das Meßwerkzeug aufgehängt ist. *AC* ist eine dünne Glasstange, welcher der eingedrückte Teller *CD* und diesem die Kugel *E* angeschmolzen ist. Diese Kugel ist eigentlich das, was anzieht, indem es während der Verfertigung, noch glühend, nach Art einer gemachten Art von Perlen, mit einer Mischung von Zink und Zinn, von *Innen* dünn überzogen und dann genau zugeschmolzen ist. Diese Kugel darf nicht zu dünn von Glase seyn, sonst läßt das Glas Elektricität durchschlüpfen, und eben durch diesen Glasüberzug soll alle Mittheilung der Elektricität

cität an dem anziehenden Körper vermieden werden. Diese Glaskugel zieht den positiv elektrisirten Körper an, oder wird von dem negativ elektrisirten angezogen; ist dieser fest, so nähert sie sich ihm, und macht mit der senkrechten Linie AB einen Winkel, welcher durch den Gradbogen BF gemessen wird. Mittheilung ist dabey geringe, Entfernung der eignen positiven Kraft wegen der geringen Breite der Kugel und ihrer zehnzölligen Isolirung ganz unmöglich. Der eingedrückte Teller dient dazu, ihn bey stärkeren Graden der Elektricität mit Gewichten zu beschweren, diese müssen aber nothwendig von Glas und sehr genau seyn. Das Gewicht dieser addirt zu dem sehr genau bestimmten Gewichte des

Elektrometers AE , und multiplicirt mit dem Sinus des Abstands - Winkels BAC , zeigt die jedesmalige Stärke der Elektrizität. Der Einfluss des Manometerstandes ist wegen der geringen GröÙe der Kugel E so gering, daÙ er nicht bestimmbar, der Einfluss des Thermometerstandes fast null.

2) Wünscht man ein sehr empfindliches Elektroskop von ähnlicher Einrichtung, so lasse man eine kleine Kugel von jener Art an einem fein gesponnenen Glashaare lm (Fig. VII.) aufhängen und an A befestigen. So entspricht dieses ganz der Erwartung; noch empfindlicher sind indessen zwey an einem Glasteller aufgehängte Glashaare ab und bc .

3) Wünscht man ein Vergleichungs-Elektrometer zu zwey Körpern, welches ungesäumt wirkt, diese Körper mögen positiv, oder positiv und negativ, oder negativ seyn, so lasse man zwey nach der oben beschriebenen Art gefüllte, gleich schwere Glaskugeln *A* und *B* (Fig. VIII.) einer Glasstange *ab* anschmelzen, diese befestige man in der Mitte an einem seidenen Faden, welcher durch eine runde Scheibe *DE* geht, welche in Grade getheilt ist, so fallen beide Mittelpunkte auf einander und beide stehen horizontal. Durch zwey bey *i* und *k* eingesteckte Glasstifte wird *AB* auf den Anfang der Grade festgehalten; haben dann beide Körper, deren Elektricität ich vergleichen will, ihren gehörigen Stand, so werden diese

leise herausgezogen, und der Winkel der Näherung der einen von beiden Kugeln zeigt die Uebermacht dieses elektrisirten Körpers.

Zweyte Beilage.

Unterschied zwischen Schall, Ton und Klang, als Erläuterung zu S. 81.

Wenn man jene Bemerkungen über Elasticität und Compressibilität mit dem vergleicht, was Euler *), Funk **) und Chladni †) über die Töne der Blasinstrumente sagen, so findet man einen Wider-

*) Euleri tentamen theoriae novae Musicae c. I.
§. 34.

**) Funk de sono et tono Comment. II. Lipsiae
1782.

†) Chladni über Longitudinalschwingungen, Erfurt 1796. S. 11.

spruch in der Behauptung, daß ein compressibler Körper, wie die Luft, elastische Schwingungen machen könne; und Widerspruch, der zwar ohne weiteren Einfluß auf die Theorie ist, aber doch eine genauere Betrachtung verdient.— Vermehrt sich der Druck auf die Luft in unserm Gehörorgane mit einer gewissen Schnelligkeit und mit einer gewissen Stärke, wird sie daher mehr zusammengedrückt, oder vermindert sich unter gleichen Bedingungen der Druck auf dieselbe, dehnt sie sich daher in einen größeren Raum aus; so erhalten wir den Eindruck, welchen wir *Schall* nennen. Die Bestimmung dieser gewissen Normalschnelligkeit und Stärke gehört nicht hieher; ich merke nur in Rücksicht jener an, daß das

allmälige schwache Auspumpen aus einer Glocke, einem darin eingeschlossenen Ohre noch keinen Schall hervorbringt, da hingegen das Oeffnen einer kleinen luftleeren Kugel mit starkem Schalle verbunden ist; dafs in Rücksicht der Stärke ein Orkan, welcher die Luft 50 Fufs weit in einer Sekunde in Bewegung setzt, noch nicht stark genug ist; dafs hingegen ein starker Schall in einer Sekunde eine Entfernung von 1040 Fufs *) zurücklegt. Eben so giebt es gewisse Grenzen auch in der Schnelligkeit und Stärke; ist ein Ton zu schnell, so wird er undeutlich; ist er zu stark, so zerstört er das Organ. Wird ein Schall von bestimmter Fülle und Schnelligkeit gedacht, so nennen

*) Nach den Versuchen des Major Müller.

wir ihn Ton. Der Ton zerfällt wieder-
um in Ton im engern Sinne und in Klang.
Töne im engern Sinne bringen wir durch
unsre Stimme, auf Blasinstrumenten u. a.
hervor; sie bestehn gewöhnlich in einer
durch Länge und Form der Instrumente
bestimmte Schnelligkeit und Fülle, mit
welcher die Zusammendrückung im Ohre
geschieht, ihren Unterschied von den
Klängen wird der Verfolg lehren. Das
Wesentliche bey der Elasticität bestand
nach S. 81. in der Wirkung der Cohä-
renz, den Versuch, ihr eine andre Rich-
tung zu geben, durch Zurückziehung
aufzuheben. Diese Zurückziehung ist
aber ohne Geschwindigkeit nicht mög-
lich. Die Geschwindigkeit ist der Kraft
der Zurückziehung gleich, welche sie

hervorbrachte; diese ist wiederum der Kraft, welche der Cohärenz entgegen wirkte, also der Kraft, welche die Bewegung versuchte, gleich. Die Geschwindigkeit treibt folglich den elastischen Körper nach der andern Seite gleich weit, und so würde die Schwingung eines elastischen Körpers ohne Widerstand von aussen unendlich seyn. In unserm Gehörorgane ist ein elastischer Körper, das Trommelfell (tympanum), gespannt, dieser wird beym Schalle durch das schnelle Ausdehnen oder Zusammendrücken der äussern Luft nach einer Seite gebeugt, folglich in solche Schwingungen versetzt. Die Kraft, mit welcher die Luft zusammengedrückt oder ausgedehnt wird, bestimmt die Stärke und

die Schnelligkeit dieser Schwingungen, also auch die Unterschiede der Töne. Werden zwey Töne zugleich angegeben, so sind sie entweder von gleicher Fülle und Schnelligkeit, oder von ungleicher; im ersten Falle nehmen wir keinen Unterschied wahr, wir halten sie für gleich *); im zweyten Falle nehmen wir einen Unterschied wahr, und wir nennen sie dann entweder Consonanzen oder Dissonanzen. Consonanzen sind es, wenn die doppelte Schwingung, in welche durch beide Töne das Gehörorgan gesetzt worden, während seiner ganzen Dauer in gleichem Verhältnisse bleibt; Dissonanz dagegen,

*) Auch die ähnlichsten, gleichgestimmten Instrumente können sich einer solchen Gleichheit nur nähern.

wenn sich dies bey jeder Dauer der Schwingung ändern muß, also überhaupt als ein gegenseitiges Verhältniß beider gegen einander, und wenn hier das Mannigfaltige nicht zur Einheit vereinigt werden kann. Auch zur Wahrnehmung einer Consonanz und Dissonanz gehört eine Normaldauer. Der Unterschied zwischen einem Tone im engern Sinne und einem Klange liegt nun darin, daß der letzte der Ton ist, welcher durch die Bewegung eines elastischen schwingenden Körpers hervorgebracht wird. Der Klang besteht also in der Schwingung eines Körpers außer unserm Gehörorgane, nach eben dem Gesetze, nach welchem jenes in eine Schwingung versetzt werden kann. Ist endlich die Schwingung eines

elastischen Körpers so schnell, daß die Luft (der zwar Verschiebbarkeit, aber nicht höchste Verschiebbarkeit, d. h. die Eigenschaft, gar keinen Widerstand dabey zu leisten, zugeeignet werden kann,) sich nicht verschiebt, sondern nach beiden Seiten des Schwunges zurückgedrängt wird, und nach der Stelle, welche der Körper verlassen hat, sich ausdehnt, so treten beide Ursachen des Schalles, Zusammendrückung und Ausdehnung, ein. Es ist also Bedingung zum Klange, daß die Schwingung nicht zu langsam sey; zu schnell dürfen sie aber auch nicht seyn, weil das Gesetz, welches die Zahl der Schwingungen bestimmt, auch auf das Gewicht der Saite, und auf die Kraft, welche sie anspannt, Rücksicht

nimmt *), jenes aber nicht zu geringe seyn kann, um das Zerreißen abzuhalten. Eine Consonanz findet nun zwischen zwey Klängen statt, wenn das Verhältniß der Zahl ihrer beiderseitigen Schwingungen während der ganzen Dauer des Klanges immer dasselbe bleibt, also ein Verhältniß wahrgenommen werden kann; das Gegentheil davon, oder die Unmöglichkeit hierin ein Verhältniß wahrzunehmen, und dieses Mannigfaltige zur Einheit zu verbinden, giebt die Dissonanz. Diese Erklärung des Vergnügens an Consonan-

*) Euleri tentamen theoriae Musicae, Petrop. 1789. Est scilicet in qualibet chorda numerus vibrationum eodem tempore editarum, ut radix quadrata ex pondere tendente diviso et per pondus chordae et per ejus longitudinem. p. 7.

foranzen muß man nicht mit der gewöhnlichen oder Eulerschen *) verwechseln, welcher das Vergnügen in die leichte Einsicht des *bestimmten* Verhältnisses setzt, welches zwischen der Zahl der Schwingungen verschiedener Saiten stattfindet, denn gegen diese lassen sich sehr gegründete Einwürfe machen. Es erklärt sich aus dem Gefagten, warum ein Streich-

*) Euleri tentamen theor. Mus. p. 31. Placent itaque ea, in quibus ordinem, qui inest, percipimus. Eulers Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre, übersetzt von Kries. I. Leipz. 1792. S. 21. „Bey der Octave ist unstreitig nach dem Unifono der simpelste Fall, wo man das Verhältniß in den beiden Reihen von Punkten sehr leicht entdecken kann; und eben so ist es auch mit den beiden Tönen beschaffen, welche durch diese Punkte bezeichnet werden; der eine wird noch einmal so viele Schwingungen machen, welches schöne Verhältniß das Ohr leicht bemerken wird.“

instrument, besonders mit dünnen Saiten, wo die Schwingungen schnell sind, dem ungeübten Ohre so wenig Vergnügen gewährt; denn eben das Zusammengesetzte in der Bewegung, in welche die Schwingung desselben unser Ohr versetzt, macht es schwerer, in Vergleich mit den Blasinstrumenten hier Verhältniß wahrzunehmen. Darum ist der Klang der Violine dem unkultivirten Menschen und Thieren so widerlich; darum überrascht uns selbst bey höheren Tönen derselben ein gewisser Schauer, der sich besser fühlen als beschreiben läßt, und mit dem Schauer der Furcht wegen einer plötzlich drohenden und gleich wiederum verschwindenden Gefahr Aehnlichkeit hat. Ich glaube, daß nichts mehr die Natur-

anlage der Griechen für Kunst verräth, als ihr früher Geschmack, den sie den Saiteninstrumenten abgewinnen konnten; doch kam ihnen hier freylich die unförmliche Dicke der Saiten in jenen Zeiten zu statten. Es folgt daraus, daß die Feinheit des Hörorgans dem Musiker eben so nothwendig, wie der leichte gelenkige Körper dem Tänzer seyn müsse; dadurch tritt die Musik in die Reihe aller der Künste, die zu ihrer Erfindung der äußern Sinne bedürfen, und unterscheidet sich ganz von der Dichtkunst, die, von der Phantasie gezeugt, ihr allein tönt.

Ich eile nach diesen Erklärungen zu der Anwendung jener Sätze (Seite 81.), welche mich zur Aufstellung derselben veranlaßten. Da zu der Hervorbringung

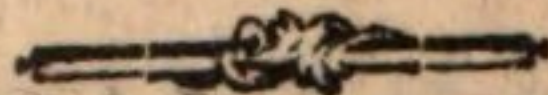
des Klanges eine elastische Schwingung erfordert wird, so sind alle klingende Körper elastisch; da zu jeder Schallfortpflanzung fortgesetzte, verminderte oder vermehrte Zusammendrückung des Mediums in unserm Hörorgane erfordert wird, so muß jede schall-leitende Materie compressibel seyn. Es findet daher durch feste Körper keine Fortleitung des Schalles statt, sondern diese klingen dann selbst. Hr. P. Wunsch *) hat ganz richtig vermuthet, daß die Schnelligkeit, mit der ein Schall an einem festen Kör-

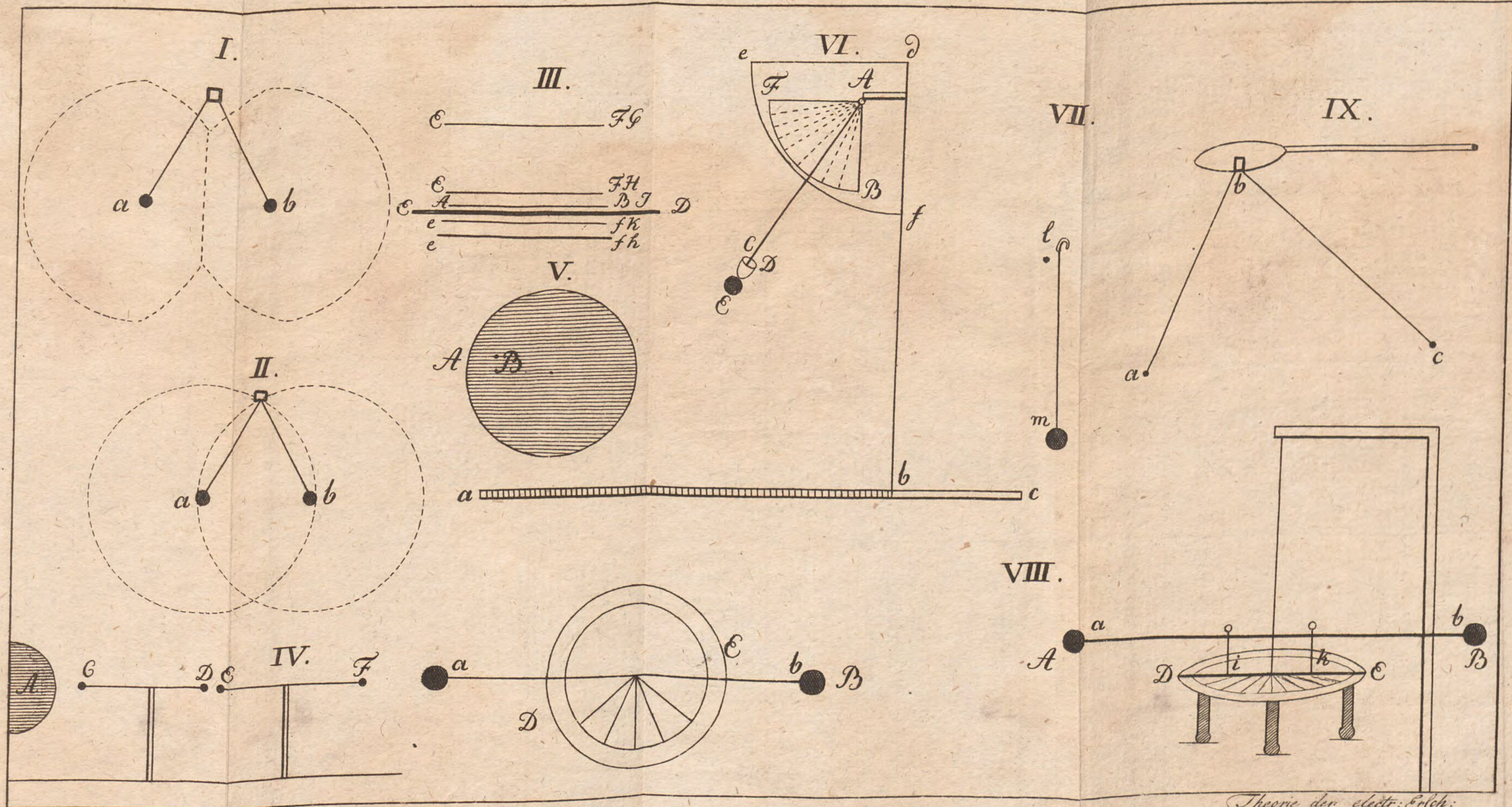
*) Wunsch's Nachricht von einem Versuche, welcher lehret, daß der Schall durch feste elastische Körper unendlich geschwind, oder doch eben so geschwind als das Licht sich bewegt. S. Sammlung der deutschen Schriften, welche in der kön. Akademie der Wissenschaften vorgelesen worden, Berlin 1793. S. 187.

per, der an seiner entferntesten Seite angeschlagen wird, auf der andern Seite gehört wird, unendlich sey. Dafs er sich aber des Wortes Fortpflanzung bediente, war unrecht; denn die Holzlatte wurde durch den Schlag selbst in eine schwingende Bewegung versetzt, und bey einem elastischen Körper kann kein Theil schwingen, ohne die übrigen in Schwingung zu setzen. Betrachtet man seine Versuche unter diesem Gesichtspunkte, so lehren sie zwar nichts Neues, aber auch nichts Unwahres; denn, wenn hier die Schnelligkeit einer Fortpflanzung des Schalles hätte gesucht werden sollen, so war freylich, nach H. Chladni *) Be-

*) Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, Jena 1797. I. S. 14.

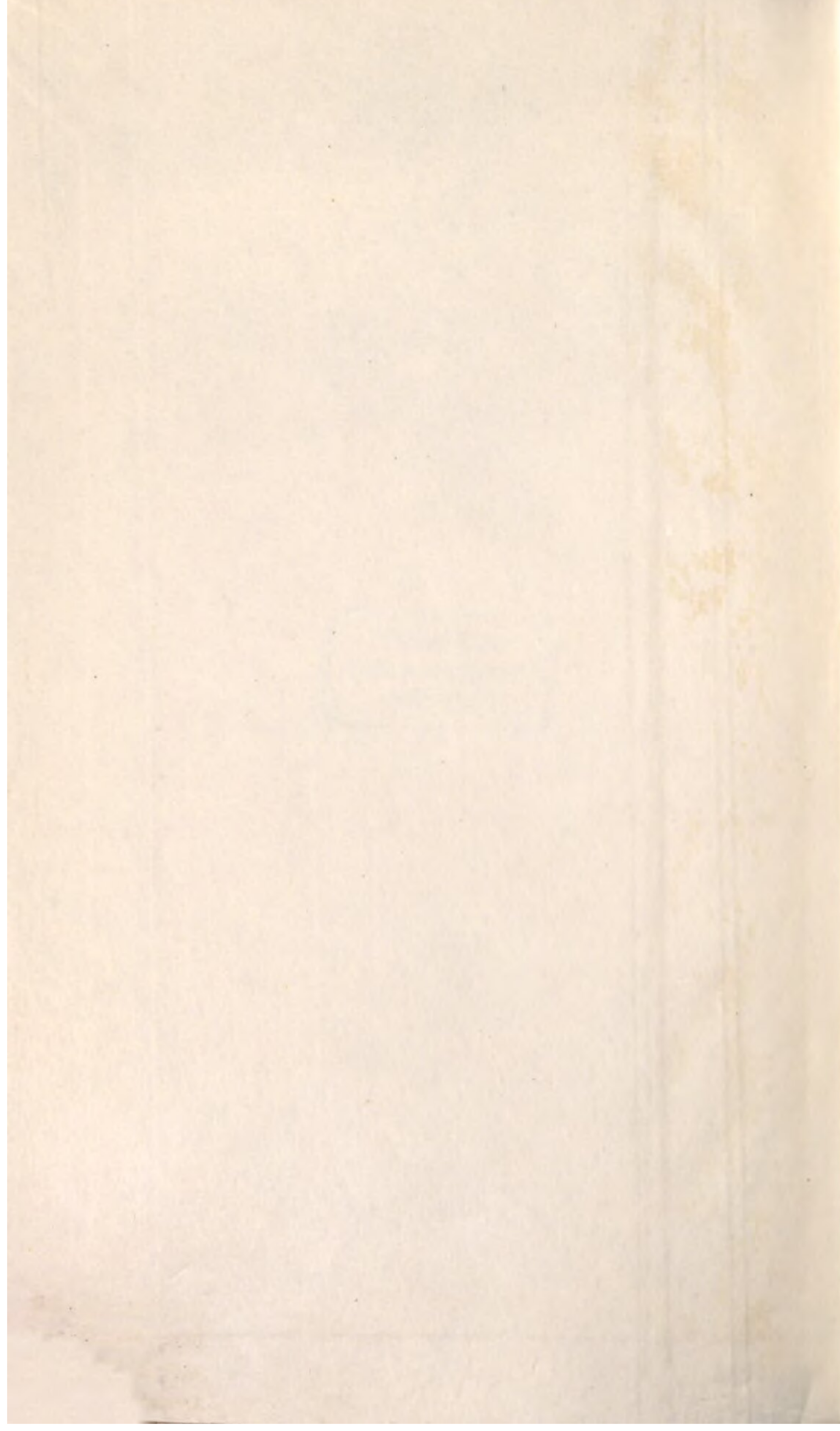
merkung, der Versuch etwas zu eingeschränkt. Ein Schall kann nur dadurch jenseits eines festen Körpers wahrgenommen werden, daß entweder die zusammengedrückte Flüssigkeit denselben durchdringt, oder er selbst durch den Anstoß derselben in eine Schwingung versetzt wird.





Theorie der electr. Gesch.

Bayerische
Staatsbibliothek
München



XX

IX.87

WURSTER
Buchbinderel
MÜNCHEN 12
autensackstr. 2a

Arnim, Achim von

Versuch einer Theorie der elektrischen Erscheinungen Mit einer Kupfertafel

Halle 1799

Phys.sp. 20

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133296-9

VD18 11089652-002